Digitized by Google

Phys. g. 134

Digitized by Google

<36602823370015

<36602823370015

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

J. W. Ritter.

Digitized by Google

Digitized by Google

# Physikalisches Wörterbuch

oder

Versuch

einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter

# der Naturlehre

mit kurzen Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge begleitet

*in alphabetischer Ordnung*

von


**D. Johann Samuel Traugott Gehler**

Oberhofgerichtsassessorn und Senatorn zu Leipzig, auch der ökonomischen Societät daselbst Ehrenmitgliede


---

Erster Theil

von A bis Epo

mit sieben Kupfertafeln

---

Neue Auflage.

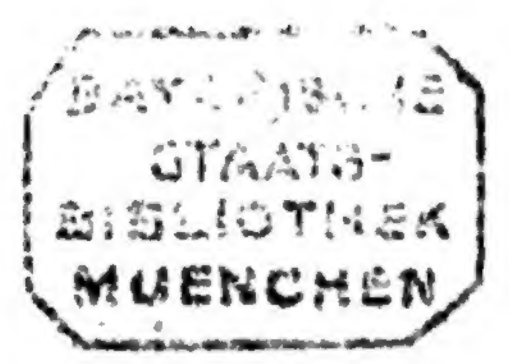
---

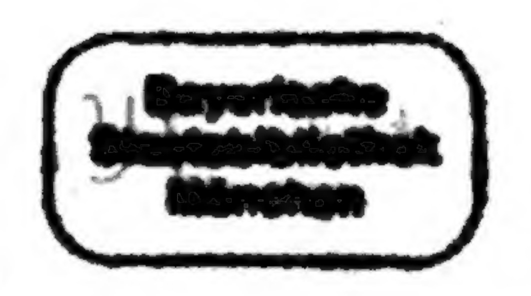

Leipzig,
im Schwickertschen Verlage 1798.


(Erste Auflage, ebendaselbst, 1787.)


Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google





Digitized by Google

# Vorrede.

Ich fühle es mit der lebhaftesten Ueberzeugung, daß sich gegen die anjetzt so gewöhnliche Methode, wissenschaftliche Gegenstände in alphabetischer Ordnung vorzutragen, sehr viele gegründete Einwendungen lassen. Inzwischen hat doch auch diese Methode gewisse ganz unverkennbare Vorzüge. Es ist allerdings nothwendig, daß der Anfänger die erste Uebersicht einer Wissenschaft durch ein in systematischem Zusammenhange abgefaßtes Lehrbuch erhalte; bey weiterm Fortgange aber wird er sich oft wünschen, alles, was einen und den andern einzelnen Gegenstand betrift, und was in den Lehrbüchern durch mancherley Stellen zerstreut ist, zusammengebracht und unter einerley Gesichtspunkt vereiniget zu finden — eine Zusammenstellung, die oft selbst für den Kenner der Wissenschaft bey Bearbeitung einzelner Gegenstände wünschenswerth, oder wenigstens bequem und erleichternd ist. Ueberdies giebt die alphabetische Anordnung, bey welcher jeder in der Wissenschaft gebräuchliche Name an seiner Stelle vorkömmt, die schönste Gelegenheit zu richtiger und fester Bestimmung der Hauptbegriffe, auf welche sich alle wis-

Digitized by Google

senschaftlichen Sätze gründen, und der eigentlichen Bedeutung der Worte, welche selbst in den besten Lehrbüchern bisweilen in einem schwankenden Sinne, und an einer Stelle anders, als an der andern gebraucht werden, zu geschweigen, daß die Ordnung der Buchstaben oft auf Namen von Gegenständen führt, an welche man bey dem gewöhnlichen Vortrage der Wissenschaft gar nicht oder doch nur im Vorbeygehen denket. Daß endlich die historischen und litterarischen Nachrichten, welche so viel zur gründlichen Kenntniß der Wissenschaften beytragen, sich bey dieser Ordnung mit vorzüglicher Bequemlichkeit beybringen lassen, fällt von selbst in die Augen.

Diese Vorzüge der alphabetischen Methode, welche sich durch das Beyspiel mhrerer guten Wörterbücher, und besonders des Macquerschen, von Herrn Leonhardi so schön bearbeiteten chymischen, hinlänglich bestätigen, bewogen mich bereits im Jahre 1783, den Antrag einer Uebersetzung des von **Sigaud de la Fond** in französischer Sprache herausgegebnen physikalischen Wörterbuchs *) nicht ganz ohne Aufmerksamkeit zu übergehen, und mir in dieser Absicht sowohl das genannte Werk selbst, als auch das zu gleicher Zeit herausgekommene **Brissonsche** Wörterbuch **) anzuschaffen. Allein ich fand es bey genauerer Untersuchung beyder Wer-

*) Dictionnaire de Physique par Mr. *Sigaud de la Fond*, Professeur de Physique experimentale, Membre de la Societé Royale des Sciences de Montpellier etc. à Paris. 1781. IV Tomes. 8.

**) Dictionnaire raisonné de physique par Mr. *Brisson*,

ke nicht rathsam, eine Uebersetzung des einen oder des andern zu veranstalten. **De la Fond**, dessen übrige Verdienste um mehrere Zweige der Naturlehre ich nicht verkenne, trägt in diesem Wörterbuche, mit Weglassung alles dessen, was nur einigermaßen mit mathematischen Sätzen in Verbindung steht, außer einigen von ihm besonders bearbeiteten Materien, z. B. den Lehren von der Elektricität, dem Magnete, den Luftgattungen den physikalischen Werkzeugen, größtentheils Naturgeschichte, Physiologie und Chemie vor, schreibt **Muschenbroek**, **Hallern** und **Macquer** oft, ohne sie zu nennen, wörtlich aus, und kleidet, wo er selbst spricht, wenig Sachen in viele Worte und ermüdende Declamationen ein. **Brisson**, dessen Werk bestimmt ist, einen Theil der Encyclopédie par ordre des *matieres* auszumachen, schreibt zwar weit gründlicher, gedrungner und mit mehrerer Kenntniß aller zur Physik gehörigen Fächer und Hülfswissenschaften; allein entweder Mangel an Bekanntschaft mit neuern Entdeckungen der Engländer und Deutschen, oder Vorliebe zu seiner Nation und zu der Schule, die ihn unterrichtet hat, verleitet ihn allzuoft, bey alten jetzt längst verdrungenen Systemen stehen zu bleiben, wie denn z. B. in der Lehre

de l' Academie Royale des Sciences, Maître de Physique et d' Histoire Naturelle des Enfans de France, Professeur Royal de Physique experimentale au College Royal de Navarre, et Censeur Royal. à Paris. 1781. II. Tomes, 4. nebst einem besondern Bande, welcher 90 dazugehörige schöne Kupferplatten enthält.

Digitized by Google

der Elektricität **dü Fay, Nollet** und **Jallabert** ganz allein seine Helden sind. Ich gab daher den Gedanken, eines dieser Werke zu übersetzen, gänzlich auf, und glaubte besser zu thun, wenn ich selbst den Versuch machte, ein dem gegenwärtigen Zustande unserer physikalischen Kenntnisse angemesseneres Wörterbuch auszuarbeiten.

Wie dieser Versuch ausgefallen sey, und ob es der Mühe lohne, ihn fortzusetzen, darüber wird das Urtheil der Kenner und die Aufnahme dieses ersten Theiles meiner Arbeit entscheiden. Ich habe den Plan dazu so angelegt, daß ich das Ganze binnen einigen Jahren in vier Bänden zu vollenden hoffen kan. So lange meine Berufsgeschäfte noch nicht alle Stunden ausfüllen, die ich zur Arbeit anwenden darf, kenne ich kein größeres Vergnügen, als den Gedanken, durch meine geringe Kenntniß der Mathematik und Naturlehre irgend etwas Nützliches bewirket zu haben. Und da dieses der einzige Zweck meiner Bemühungen ist, so wird mir jeder gegründete Tadel und jeder freundschaftliche Rath willkommen, und wenn er mich auf bessere Wege leitet, oder von einer unbrauchbaren Arbeit abhält, in hohem Grade schätzbar seyn.

Bey allem dem, was ich an den Werken des **Brisson** und **la Fond** auszusetzen gefunden habe, muß ich dennoch dankbar gestehen, daß sie mir bey meiner eignen Arbeit keinesweges unbrauchbar gewesen sind.

Ich habe mich nicht allein bey Zusammentragung der Worte, welchen die Artikel dieses Wörterbuchs gewidmet sind, mit Nutzen bedient, sonedrn auch bey der Ausführung selbst, besonders aus dem **Brisson**, manches aufgenommen, dessen Herbeyholung aus andern Quellen mir mehr Zeit und Mühe würde gekostet haben. Ueberhaupt wird Niemand in diesem Wörterbuche neue Erfindungen suchen; eine Arbeit dieser Art kan nicht viel mehr, als Compilation aus andern Schriftstellern seyn. Ich habe daher, um mich keines Plagiats schuldig zu machen, am Ende eines jeden Artikels mit kleinerer Schrift diejenigen Quellen angezeigt, aus welchen ich bey Abfassung desselben geschöpft habe. Man wird, wieich hoffe, finden, daß ich gute Quellen gewählt, auch daß ich dieselben nie sclavisch und ohne Beurtheilung gebraucht habe. Wo dergleichen Quellen nicht angegeben sind, habe ich entweder gar keine, oder bloß die im Texte selbst angezeigten Schriften gebraucht.

Mit Vorsatz habe ich, vielleicht wider den Geschmack des gegenwärtigen Zeitalters, an verschiedenen Stellen dieses ersten Theils, mathematische Berechnungen und durch Formeln ausgedrückte Beweise eingerückt, theils weil sich gewisse wichtige Sätze gar nicht anders oder doch nicht kürzer ausdrücken und beweisen lassen, theils auch, um deutlich zu zeigen, daß zu einer wahren und richtigen Kenntniß der Natur die Bekanntschaft mit der höhern Mathematik ganz unentbehrlich

sey. Daß ich bey den in die Chemie einschlagenden Artikeln das Macquersche Wörterbuch mit Herrn Leonhardi Zusätzen zum Grunde gelegt, und nur da, wo es erforderlich war, die neuern Entdeckungen nachgetragen habe, wird Niemand, dem die Vorzüge dieses Werks bekannt sind, tadeln.

Ein großer Theil der Artikel dieses Wörterbuchs ist der Geschichte der Meinungen und Erfindungen gewidmet, welche wenigstens für mich jederzeit ein sehr lehrreiches und angenehmes Studium ausgemacht hat. Mehrentheils läuft auch alles, was wir von einem physikalischen Begriffe oder Gegenstande sagen können, auf eine Erzählung dessen hinaus, was die Menschen bisher über denselben gedacht und erfahren haben und so ist die Naturlehre selbst großentheils Geschichte. Außerdem bietet aber auch die alphabetische Ordnung eine besondere Bequemlichkeit dar, historische Nachrichten bey jedem einzelnen Gegenstande beyzubringen, welche bey einer systematischen Anordnung den Zusammenhang der Sätze allzu oft unterbrechen würden, und ich habe nicht umhin gekonnt, diese Bequemlichkeit, so viel möglich war, zu benützen, auch in den meisten Artikeln die vornehmsten Schriften, aus welchen man mehrern Unterricht schöpfen kan, anzuzeigen.

**Brisson** hat in der, seinem Wörterbuche beygefügten, Einleitung eine Ordnung angegeben, in wel-

cher man die Artikel desselben lesen soll, wenn man es als ein vollständiges Lehrbuch über die Naturlehre gebrauchen will. Ob ich gleich die Möglichkeit nicht läugne, aus einem wohl abgefaßten Wörterbuche auf diese Art eine Wissenschaft zu erlernen, so würde ich doch eine solche Methode nie anrathen. Ich bestimme den Versuch, dessen Anfang ich hiemit dem Publikum übergebe, nicht für diejenigen, welche die ganze Naturlehre erlernen wollen, sondern für die, welche umständliche, deutliche und richtige Belehrung über einzelne Gegenstände derselben suchen, oder, wenn sie bereits den Umfang der Wissenschaft übersehen haben, sich alles desjenigen, was darinn einen besondern Gegenstand angeht, aufs neue zu erinnern wünschen. In dieser Absicht habe ich mich bemüht, die in dieser Wissenschaft vorkommenden Begriffe deutlich zu erklären die Bedeutung der Worte genau zu bestimmen, bey jedem einzelnen Gegenstande eine kurze Geschichte der darüber vorhandenen Meynungen, angestellten Erfahrungen und daraus gezogenen Folgen und Muthmaßungen beyzubringen, die vornehmsten für gewiß erkannten Sätze vorzutragen und zu beweisen, die zu Anstellung der Versuche nöthigen Werkzeuge zu beschreiben, überall aber, nach meinen besten Einsichten und Kräften, bloß nützliche Wahrheiten mitzutheilen, Vorurtheile hingegen und eingebildetes Wissen zu bestreiten.

Möchte ich doch beym Schlusse dieser Arbeit so glücklich seyn, durch meine geringen Bemühungen etwas zur Verbreitung einer Wissenschaft, die mir ungemein werth ist, beygetragen zu haben!

Leipzig, in der Jubilatemesse 1787.

D. Johann Samuel Traugott Gehler.

# Physikalisches Wörterbuch
oder
Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstworte der Naturlehre, in alphabetischer Ordnung.

## A

**Abdampfen, Abrauchen,** Evaporatio, *Evaporation.* Eine chymische Arbeit, durch welche man vermittelst der Luft und eines gewissen Grades der Wärme flüchtige Substanzen von feuerbeständigen oder weniger flüchtigen scheidet. So läßt man z. B. aus Salzauflösungen das überflüssige Wasser an der warmen Luft abdampfen, um die Salze, welche alsdann in Krystallen anschießen, übrig zu behalten.

Das Abdampfen ist von der Destillation nur darinn unterschieden, daß man die flüchtige Substanz beym Destilliren aufsammelt, beym Abdampfen aber davon gehen läßt; daher geschieht das Abdampfen in ofnen und flachen Gefäßen, welche der Luft viel Oberfläche aussetzen, z. B. in Schaalen, Näpfen, Scherben. Der nöthige Grad der Wärme richtet sich nach den Graden der Flüchtigkeit und Feuerbeständigkeit beyder Substanzen und nach der Stärke ihres Zusammenhangs. Ist die Substanz, welche zurückbleiben soll, weniger feuerbeständig, und hängt sie fest an der flüchtigen, so muß die Wärme gelind und langsam wirken. Im entgegengesetzten Falle ist ein höherer Grad der Wärme, und ein auf die Oberfläche der Mischung gerichteter Luftzug dienlich.

Macquers chymisches Wörterbuch, Art. Abdampfen.

**Abend, Abendgegend,** Occidens, Plaga occidentalis, *Occident, Ouest.* Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, an welcher die Gestirne untergehen. Man hat sie zur Rechten, wenn man das Gesicht nach Mittag kehret.

**Abend**, Abendzeit, Vespera, *Soir*. Die Zeit, um welche die Sonne untergehet, die Stunden vor und nach dem Augenblicke des Untergangs mit begriffen.

Abenddämmerung, s. **Dämmerung**.

**Abendpunkt**, **Westpunkt**, Occidens, *Occident*, *Couchant*, *Ouest*. Der Durchschnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, an welcher die Gestirne untergehen. Er ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden bestimmt werden. s. **Weltgegenden**. Die Schiffer nennen ihn **Westen**. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Abendgegend**, und man sagt von dem, was sich in dieser Gegend zuträgt, es **geschehe gegen Abend**. An den Tagen der Nachtgleichen (um den 21 März und 21 Sept.), wenn die Sonne im Aequator steht, geht sie im Abendpunkte selbst unter. An den übrigen Tagen des Jahres stehen die Punkte des Horizonts, in welchen die Sonne untergeht, von diesem **wahren** oder **eigentlichen Abendpunkte** ab, und fallen bey uns im Sommer weiter gegen Mitternacht, im Winter weiter gegen Mittag. Die Untergangspunkte der Sonne am längsten und kürzesten Tage sind vom wahren Abendpunkte am weitsten entfernt, und führen bisweilen die Namen des Sommer- und Winterabendpunkts (*Occident d'été*, *Occident d' hiver*). Für Leipzig stehen sie vom wahren Abendpunkte um $37° 35' 39''$ ab.

**Abendstern**, Hesperus. Ein Beyname der Venus, wenn sie, nach ihrer obern Conjunction mit der Sonne, auf der Morgenseite derselben erscheint, und also Abends nach Sonnenuntergang gesehen wird. s. **Venus**.

**Abendweite**, Amplitudo occidua, *Amplitude occase ou occidentale*. Taf. I. Fig. 1. Die Abendweite OS ist der Abstand des Punktes S, in welchem ein Gestirn untergeht, vom wahren Abendpunkte O. Dieser Abstand ist, wie die Figur zeigt, ein Bogen des Horizonts HR. Ist derselbe, wie in der Figur, von O aus gegen Mitter-

nacht gerichtet, so heißt die Abendweite nördlich (septentrionalis); gienge aber das Gestirn in S unter, daß OS von O aus nach Mittag gekehrt wäre, so hieße die Abendweite südlich (meridionalis). Man sieht leicht, daß die Gestirne in der nördlichen Halbkugel AOQP eine nördliche, hingegen die in der südlichen Halbkugel AOQp eine südliche Abendweite haben.

Um die Abendweite OS eines Gestirns zu finden, muß sein Abstand vom Aequator DS oder seine Abweichung, nebst der Aequatorhöhe des Orts, welche dem Winkel O gleich ist gegeben seyn. Dann ist im Dreyeck ODS

sin. O : sin. DS = sin. tot : sin. OS,

wo OS nördlich oder südlich ist, je nachdem DS das eine oder das andere ist. Für sin. tot = 1, giebt dies die Formel

$$\text{sin. Abendw.} = \frac{\text{sin. Abweich.}}{\text{sin. Aequatorh.}} = \frac{\text{sin. Abweich.}}{\text{cos. Polhöhe}}$$

Vermittelst dieser Formel läßt sich eine Tafel berechnen, in welcher man für die Polhöhe eines jeden Orts und die Declination eines jeden Gestirns die zugehörige Abendweite aufschlagen kan, dergleichen sich in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (Band III. S. 255) unter dem Titel: Tafel für die Weiten in Ost und West, findet.

Für Leipzig, dessen Polhöhe 51° 19′ 41″ ist, findet man die Abendweite der Sonne am längsten und kürzesten Tage (wo die Abweichung = 23° 28′ 8″ beträgt) = 39° 35′ 39″. An den Tagen der Nachtgleichen hingegen ist die Abendweite der Sonne = 0.

Die Berechnung der Abendweiten der Sonne nützt vorzüglich den Seefahrern zu Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel.

**Abirrung des Lichts**, Aberratio lucis, *Aberration de la lumiere*. Eine scheinbare Bewegung der Sterne, vermöge welcher sie jährlich am Himmel eine kleine Ellipse zu durchlaufen scheinen, deren große Axe 20 Secunden eines größten Kreises beträgt.

Diese merkwürdige Erscheinung ward von Jacob

**Bradley** entdeckt, als er im Jahre 1725 in Kew bey London mit einem von Graham verfertigten Sector von 24 Fuß Halbmesser, dessen Gradbogen nur einige Minuten vom Kreise enthielt, die Abstände einiger Sterne vom Zenith verschiedene Tage nach einander beobachtete, um zu sehen, ob er dabey irgend ein Merkmal einer jährlichen Parallaxe der Erdbahn wahrnehmen könnte, s. **Parallaxe der Erdbahn.** Er setzte seine Beobachtungen hierüber bis ins Jahr 1728 fort, und bemerkte, daß alle Fixsterne zu der Zeit, wenn sie am Tage durch den Mittagskreis giengen, täglich etwas weiter gegen Süden fortrückten, zu der Zeit hingegen, wenn sie des Nachts culminirten, von Tag zu Tag weiter gegen Norden giengen; überhaupt aber alle nach Verlauf eines Jahres wieder in ihre vorige Stelle zurück kamen, nachdem sie mittlerweile eine Ellipse durchlaufen hatten, deren große mit der Ekliptik parallele Axe 40″ betrug, die kleinere auf der Ekliptik senkrecht stehende aber, bey Sternen in der Ekliptik selbst, Null, im Pole der Ekliptik ebenfalls 40″ war, und in den Zwischenstellen sich, wie der Sinus der Breite des Sterns, verhielt; daher der Stern γ oder B im Drachen, welcher nahe am Nordpole der Ekliptik steht, einen Kreis von 40″ im Durchmesser zu beschreiben schien. Diese Bewegung aber erfolgte gar nicht nach den Regeln, nach welchen sich eine aus der jährlichen Parallaxe der Erdbahn entstehende scheinbare Bewegung hätte darstellen müssen.

Als **Bradley** versichert war, daß diese Bewegung ein allgemeines Phänomen aller Fixsterne sey, so unternahm er es, die Ursache derselben zu erforschen. Es mußte eine jährlich wiederkehrende und allgemeine Ursache entdeckt werden, deren Wirkung sich, wie der Sinus der Breite des Sterns, verhielt, und bey ihrem größten Werthe 40″ betrug.

Glücklicher Weise bemerkte **Bradley**, daß diese 40″ genau den Bogen der Erdbahn ausmachen, den die Erde in 16 Minuten Zeit durchläuft, und es fiel ihm bey, daß das Licht gerade eben diese Zeit von 16 Minuten brauche,

um den Durchmesser der Erdbahn zu durchlaufen, s. **Licht.** Er konnte sich nun sogleich vorstellen, daß wir die in der Ekliptik stehenden Sterne, wenn sie in Conjunction mit der Sonne sind, und also hinter ihr und weiter von uns stehen, um 16 Minuten später erblicken müssen, als wenn sie in Opposition, d. i. auf eben der Seite der Sonne mit uns selbst, und also uns um den Durchmesser der Erdbahn näher stehen, und daß wir sie eben deswegen im erstern Falle um 40″ weniger fortgerückt erblicken, als im letztern, woraus sich die Phänomene der Abirrung für die in der Ekliptik stehenden Sterne, welche statt der Ellipse eine gerade Linie zu beschreiben scheinen, vollkommen erklären.

In Absicht auf die außer der Ekliptik stehenden Sterne fiel **Bradley** auf den glücklichen Gedanken, die Bewegung des Lichts mit der Bewegung der Erde nach den Gesetzen der Zusammensetzung der Bewegungen (s. **Zusammensetzung der Bewegungen**) zu verbinden, und nachdem er seine Erklärung mit allen Beobachtungen übereinstimmend gefunden hatte, stattete er davon im Jahre 1728 öffentlich Bericht ab. (Philos. Transact. No. 406.)

Es sey E (Taf. I. Fig. 2.) ein Stern, der den Lichtstrahl EB zu uns sendet, AB ein kleiner Theil der Erdbahn, und CB der Weg, den der Stral durchlaufen hat, indem die Erde von A bis B gieng, daß sich also CB und AB, wie die Geschwindigkeiten des Lichts und der Erde, d. i. wie 10313 : 1 verhalten müssen. Man verzeichne das Parallelogramm ABCD, so wird sich die Bewegung des Lichtstrals CB, in die beyden Bewegungen CD = BF und CA = DB zerlegen lassen (s. **Zusammensetzung der Bewegungen**). Von dem Theile BF kan das in B anlangende Auge nichts empfinden, weil die Bewegung BF mit der Bewegung des Auges durch AB nach einerley Richtung geht; es empfindet daher nur den Theil DB, und sieht den Stern E nach der Richtung BD, also von seinem wahren Orte E um den Winkel EBD entfernt, welcher = ACB ist, und der **Abirrungswinkel** genannt wird.

Ist der Winkel B ein rechter, und CB : BA, wie 10313 : 1, so giebt die Trigonometrie den Abirrungswinkel ACB = 20 Secunden.

Ist hingegen, wie Taf. I. Fig. 3, CB gegen AB geneigt, so ist ACB kleiner, als im vorigen Falle, oder wie die Trigonometrie lehrt, = 20″ multiplicirt in den Sinus des Winkels CAB. Auch rückt die Abirrung den scheinbaren Ort des Sterns E jederzeit nach derjenigen Gegend fort, nach welcher die Erde selbst fortgehet.

Nun sey Taf. I. Fig. 4. CROH die Erdbahn um die Sonne S, in e ein Stern unter der nördlichen Breite eSG, so wird derselbe mit der Sonne S in Conjunction erscheinen, wenn die Erde in C, in Opposition hingegen, wenn sie in O stehet. In beyden Fällen treffen die von e einfallenden überall mit eS parallelen Lichtstralen eC und eO unter rechten Winkeln auf die Richtungen der Erdbahn bey C und O, es ist also der Abirrungswinkel beydemal 20″, und zwar bey der Conjunction westlich nach c, bey der Opposition östlich nach o gerichtet. Daher der Abstand der beyden scheinbaren Orte c und o, 40″ betragen muß.

In den mittlern Zeitpunkten hingegen, wenn des Sterns Länge um 90° vom Orte der Sonne unterschieden ist, d. i. wenn die Erde in R und H steht, machen die von e einfallenden Lichtstralen eR und eH mit der Richtung der Erdbahn in R und H Winkel, welche der Breite des Sterns eSG gleich sind; daher ist hier die Größe der Abirrung = 20″ multiplicirt in den Sinus der Breite des Sterns, und zwar das Einemal nach r, das Anderemal nach h zu gerichtet, wodurch im ersten Falle die Breite vermindert, im andern vergrößert wird. Der Unterschied beyder Breiten in r und h beträgt daher 40″ multiplicirt in den Sinus der Breite. Die Erde in C, R, O, H sieht also den Stern in der Ellipse c, r, o, h gehen, deren große der Ekliptik parallele Axe co = 40″, die kleine rh = 40″ multiplicirt in den Sinus der Breite ist.

So beschreibt Arktur, dessen nördliche Breite beyläufig 30 Grad beträgt, eine jährliche Abirrungsellipse, de-

ten kleine auf die Ekliptik senkrechte Axe = 40″. sin. 30° = 20″ beträgt. Den 13 October am Tage seiner Conjunction mit der Sonne steht er im äußersten westlichen Theile derselben zur Rechten, den 11 Jan. am untersten oder südlichen Ende der kleinen Axe, den 12 April, am Tage der Opposition am meisten ostwärts, und den 12 Jul. am meisten nordwärts.

Diese Veränderung des Ortes der Sterne in ihrer Abirrungsellipse ändert ihre Länge, Breite, gerade Aufsteigung und Abweichung. Wie viel jede dieser Veränderungen betrage, läßt sich durch trigonometrische Rechnungen bestimmen. Bey den Planeten und Kometen sind die Wirkungen der Abirrung so groß, als der Winkel, unter welchem ihre Bewegung in der Zeit, in welcher das Licht von ihnen zu uns kömmt, von der Erde aus in die Augen fällt, und lassen sich also aus ihren Entfernungen und Bewegungen leicht berechnen.

Die Abirrung des Lichts hat übrigens den Astronomen einen ganz neuen und directen Beweis von der Wirklichkeit des Umlaufs der Erde um die Sonne verschaft, und dadurch die Wahrheit der Lehren des Copernicus auf eine unerwartete Weise bestätiget, s. Weltsystem.

de la Lande astronomisches Handbuch, §. 772 und f. Smith's Lehrbegrif der Optik, durch Kästner, 4 Buch, 7 Cap. Seite 353 Bode Erklärung der Sternkunde, §. 615.

**Ableiter**, s. Blitzableiter.

**Absolut** nennt man dasjenige, was bloß an sich, und ohne Beziehung auf etwas anderes ähnliches betrachtet wird. Dem Absoluten wird das Relati[illegible], bisweilen das Specifische, entgegengesetzt. Beyspiele hievon findet man in den Artikeln: Bewegung, Geschwindigkeit, Gewicht, Kraft, Ort, Schwere.

**Absorbirend**, Absorbentia, *Absorbants* heißen überhaupt alle Substanzen, welche sich mit Säuren zu verbinden im Stande sind, z. B. die Laugensalze und Kalcherden. Hauptsächlich führen die letztern, z. B. der Kalchstein, die

Kreide, die Krebsaugen, gebrannten Knochen u. dergl. den Namen der absorbirenden Materien. Wenn diese Materien ein gebundenes Gas in sich enthalten, so entsteht bey ihrer Verbindung mit den Säuren ein Aufbrausen.

Abstand, s. Entfernung.

**Abstand vom Scheitel,** Distantia a vertice, *Distance au Zenith.* Der zwischen dem Scheitelpunkte oder Zenith und einem Gestirne oder andern Punkte des Himmels enthaltene Bogen eines Scheitelkreises. Da der Scheitelpunkt überall um 90° vom Horizonte entfernt ist, so macht eines Gestirns Abstand vom Scheitel mit dessen Höhe jederzeit 90° aus, oder: der Abstand vom Scheitel ist das Complement der Höhe. Ist z. B. die Höhe eines Sterns 55°, so wird sein Abstand vom Scheitel 35° seyn.

Die Sonne hat den geringsten Abstand vom Scheitel am Mittage des längsten, den größten am Mittage des kürzesten Tages. Jener beträgt für Leipzig 27° 51′ 33″, dieser, 74° 47′ 49″.

**Abstand der Nachtgleiche vom Mittage,** Distantia aequinoctii a Sole, *Distance de l'équinoxe au soleil ou au meridien,* heißt in der Sternkunde die Anzahl von Graden oder von Stunden, welche der Frühlingspunkt von dem Augenblicke des Mittags an noch zu durchlaufen hat, ehe er in den Mittagskreis gelangt.

Dieser Abstand der Nachtgleiche vom Mittage ist, in Graden ausgedrückt, jederzeit 360° weniger der geraden Aufsteigung der Sonne. Man setze z. B. die gerade Aufsteigung der Sonne sey 90°, oder die Sonne komme mit dem 90sten Grade des Aequators zugleich in den Mittagskreis, so wird in dem Augenblicke, da dieses geschieht, der Frühlingspunkt oder Anfang des Aequators 90° weiter gegen Abend stehen, und also noch 270° zurückzulegen haben, ehe er den ganzen Cirkel vollendet, und also das Nächstemal wieder in den Mittagskreis tritt. Daher ist sein Abstand vom Mittage 270° = 360° — 90°.

Will man diesen Abstand in Zeit ausdrücken, so müs-

sen die Grade desselben in Zeit verwandelt werden, s. die Artikel: **Sternzeit**, **Sonnenzeit**. So geben 270° in dem angenommenen Beyspiele 18 Sternstunden oder 17 St. 57 Min. 3 Sec. mittlere Sonnenzeit. So viel Zeit verfließt also noch, vom Mittage an gerechnet, ehe der Frühlingspunkt den Mittagskreis erreicht.

In den besten astronomischen Kalendern (z. B. Bode astronomischem Jahrbuch) findet man für jeden Mittag des Jahres diesen Abstand in Sternzeit, unter der Rubrik: Oestlicher Abstand 0° ♈ von der Sonne, angegeben. Man gebraucht ihn, um die Stunde zu finden, zu welcher jeder Stern durch den Mittagskreis geht, s. Culmination.

Absteigende Knoten, s. Knoten.

Absteigende Zeichen, s. Thierkreis.

**Absteigung, gerade,** Descensio recta, *Descension droite*, ist mit der geraden Aufsteigung völlig einerley. Es wird nemlich darunter der Bogen des Aequators verstanden, welcher zwischen dem Frühlingspunkte und dem Abweichungskreise eines Gestirns enthalten ist. Der letzte Punkt dieses Bogens geht in den Ländern, wo die Sterne *unter rechten* Winkeln auf- und untergehen, mit dem Sterne zugleich auf und unter; er begrenzt also dessen gerade Aufsteigung und Absteigung zugleich, daher beyde einerley sind. s. Aufsteigung.

**Absteigung, schiefe,** Descensio obliqua, *Descension oblique*. Derjenige Bogen des Aequators, welcher zwischen dem Frühlingspunkte oder Anfange des Aequators, und dem mit einem Gestirne zugleich untergehenden Punkte desselben, enthalten ist. Zur Vergleichung s. den Artikel: Aufsteigung, schiefe.

Der Unterschied der geraden und schiefen Absteigung eines Gestirns heißt seine Descensionaldifferenz. Diese ist bey Gestirnen, die ihre Lage gegen die Fixsterne nicht merklich ändern, mit der Ascensionaldifferenz einerley, s. Ascensionaldifferenz. Aus ihr findet sich die schiefe Absteigung durch die Formel

schiefe Abst. = gerade Aufst. + Desc. diff.

wo man bey negativem Werthe der Descensionaldifferenz, statt zu addiren, subtrahiren muß.

**Abweichung**, astronomische oder Declination der Gestirne Declinatio, *Declinaison*, heist in der Sternkunde der Abstand der Gestirne vom Aequator, durch den Bogen eines größten Kreises gemessen. Wenn Taf. I. Fig. 5. durch den Stern S und die beyden Weltpole P und p ein größter Kreis PSDp geführt wird, welcher auf dem Aequator A Q senkrecht stehet, weil er durch dessen Pole geht: so heist dieser Kreis des Gestirns Abweichungskreis oder Declinationscirkel. Der zwischen dem Gestirne S und dem Punkte des Aequators D enthaltene Bogen dieses Kreises SD ist des Gestirns Abweichung.

Wenn das Gestirn zwischen dem Aequator und dem Nordpole P steht, so heist seine Abweichung SD nördlich (borealis), südlich (australis) hingegen, wenn sich das Gestirn zwischen dem Aequator und dem Südpole befindet. In den Formeln kan man die nördlichen Abweichungen positiv, die südlichen negativ, setzen. Die Abweichung eines im Aequator selbst stehenden Gestirns ist = 0; eines im Pole stehenden Abweichung wäre = 90°. Auch erhellet, daß keine Abweichung über 90° betragen könne.

Durch die Abweichung SD und die gerade Aufsteigung ♈ D (s. Aufsteigung) wird die Stelle eines Gestirns am Himmel bestimmt, und von den Stellen aller übrigen Gestirne unterschieden. Es ist daher für den Sternkundigen eine sehr wichtige Arbeit, die Abweichungen der Gestirne durch Beobachtungen zu erforschen.

Man findet aber die Abweichungen der Gestirne sehr leicht durch Beobachtungen ihrer Mittagshöhen. In dem Augenblicke, in welchem ein Gestirn durch den Mittagskreis geht, coincidirt sein Abweichungskreis mit dem Mittagskreise, als welcher allezeit durch die Weltpole, und in diesem Augenblicke auch durch das Gestirn geht. Mithin ist die Abweichung dem zwischen dem Gestirne und dem Aequator enthaltenen Bogen des Mittagskreises gleich, welcher in

diesem Augenblicke den Unterschied zwischen der Höhe des Gestirns und der Höhe des Aequators im Mittagskreise ausmacht. Ist nun die letztere für den Ort der Beobachtung bekannt (s. Aequatorhöhe), so läßt sie, von der Mittagshöhe des Gestirns abgezogen, die Abweichung desselben übrig z. B.

| | | |
|---|---|---|
| Mittagshöhe der Sonne zu Paris d. 21 Jun. 1738 | 64° 38′ 10″ | (Cassini Elem. de |
| Aequatorhöhe von Paris | 41 9 50 | l'Astr. L. II. ch. 4) |
| Abweichung der Sonne | 23 28 20 nördlich. | |

Ist die Mittagshöhe des Gestirns kleiner, als die Aequatorhöhe, so bleibt eine negative oder südliche Abweichung übrig.

Die Astronomen haben durch häufige Beobachtungen der Mittagshöhen die Abweichungen der meisten Fixsterne gefunden, und in die Fixsternverzeichnisse (Catalogos fixarum) eingetragen. Aus den geraden Aufsteigungen und Abweichungen der Sterne lassen sich ihre Längen und Breiten berechnen; und diese von Tycho de Brahe mehr in Gang gebrachte Methode ist leichter und sicherer, als ein gewisses Verfahren der Alten, welche die Längen und Breiten unmittelbar durch Beobachtungen suchten. Tycho hat zu Bestimmung der Mittagshöhen den in der Mittagsfläche befestigten Quadranten (Mauerquadrant, quadrans Tychonicus) eingeführt.

Die Abweichung der Sonne ist in unsern Ländern im Frühling und Sommer nördlich, im Herbst und Winter südlich. An den Tagen der Nachtgleichen (den 21 März u. 21 Sept.) ist sie $= 0$, an den Tagen der Sonnenwenden (den 21 Jun. u. 21 Dec.) hingegen am größten, und der Schiefe der Ekliptik gleich, d. i. jetzt 23° 28′ 8″. s. Schiefe der Ekliptik. Man berechnet die Abweichung der Sonne für jeden Tag im Jahre aus der Schiefe der Ekliptik und dem Orte oder der Länge der Sonne, durch die Formel: sin. Abweich. $=$ sin. Schiefe der Ekl. $\times$ sin. Länge der ☉. Dadurch lassen sich Tafeln berechnen, in welchen man die Abweichung der Sonne für jeden Punkt ihrer Bahn durch

Aufschlagen finden kan, dergleichen die Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (B. 1. S. 274. Taf. XXI.) unter dem Titel: Die Abweichung der Sonne für die Schiefe der Ecliptik 32° 28′ 15″ nebst Verbesserung für eine Minute Veränderung dieser Schiefe, liefert.

**Abweichung,** dioptrische, oder Abirrung der Gläser, Aberratio lentium, *Aberration des verres,* heißt derjenige Unterschied, der bey Gläsern, Fernröhren und Mikroskopen daraus entsteht, daß sich die aus einem Punkte des Gegenstandes kommenden Lichtstralen nicht wieder genau in einem Punkte vereinigen. Da aber zu einem deutlichen Bilde erfordert wird, daß alles aus einem Punkte des Gegenstandes gekommene Licht, wieder in einem Punkte vereiniget werde, so stört diese Abweichung die Deutlichkeit der Bilder, und man muß sie daher bey allen dioptrischen Werkzeugen, so viel möglich, zu vermeiden suchen. Sie entsteht aber aus einer doppelten Ursache, und theilt sich daher in zweyerley Abweichungen, von welchen die beyden folgenden Artikel handeln.

**Abweichung wegen der Gestalt der Gläser,** Aberratio ob figuram s. sphaericitatem lentium, *Aberration de sphericité.* Diese entsteht daher, weil eine Glaslinse, deren Oberflächen eine sphärische Krümmung haben, die aus einem Punkte des Gegenstandes kommenden Lichtstralen nie wieder völlig in einen Punkt vereiniget. Jedoch vereinigen sich diejenigen Stralen, welche nahe bey der Axe oder um die Mitte des Glases einfallen, in einem sehr engen Raume, und für sie ist also diese Abweichung geringer, als für die weiter von der Axe ab und gegen den Rand zu einfallenden Stralen. Man vermeidet daher den größten Theil dieser Abweichung, wenn man den Rand der Gläser mit etwas Undurchsichtigem bedeckt, und nur in der Mitte eine kreisrunde Oefnung frey läßt. s. Blendung und Apertur. Gewöhnlich werden dadurch die Wirkungen dieser Abweichung so stark vermindert, daß man den noch übrigbleibenden Fehler für unbeträchtlich halten kan.

Man schrieb ehedem die Undeutlichkeit, die in den dioptrischen Werkzeugen noch immer unvermeidlich blieb, ganz allein dieser Art von Abweichung zu, und suchte daher zu Verbesserung der Fernröhre noch andere und wirksamere Mittel zu finden, als die damals gewöhnlichen starken Bedeckungen waren. Die Theorie der Brechung lehrt, daß planconvexe Gläser, mit elliptischen Hinterflächen von einer bestimmten Krümmung, Parallelstralen genau in einen Punkt vereinigen; Gläser mit hyperbolischen Vorderflächen aber die aus ihrem Brennpunkte kommenden Stralen wieder parallel aussenden. Man dachte daher, nach dem Vorschlage des Cartesius, die Abweichung wegen der Gestalt der Gläser durch Linsen mit elliptisch und hyperbolisch gekrümmten Flächen zu vermeiden. D. Wrenn gab dazu (Philos. Transact. no. 53.) ein sinnreiches Mittel an; ja Newton selbst beschäftigte sich im ersten Anfange seiner Untersuchungen mit Schleifung optischer Gläser von anderer als sphärischer Gestalt.

Nachdem aber der letztere im Jahre 1666 die zweyte *weit beträchtlichere* Abweichung der Gläser entdeckt *hatte, verwarf er* sogleich diese Bemühungen, elliptische und hyperbolische Gläser zu schleifen, als unnütz, weil jede andere Brechung eine andere Gestalt der Gläser erfordere, und also bey der verschiedenen Brechbarkeit des Lichts ein Glas von bestimmter Gestalt nur für eine gewisse Gattung von Lichtstralen, keinesweges aber für alle Stralen, die Abweichung heben könne. Ueberdieß fand er die Wirkungen der zweyten neuentdeckten Abweichung mehrere tausendmal größer, als die Wirkungen der bisher bekannten, und schloß daher mit Recht, daß die Unvollkommenheiten der Fernröhre fast gänzlich auf die Rechnung der zweyten Art der Abweichung zu setzen wären, daher es überflüßig sey, für die Vermeidung der erstern weiter Sorge zu tragen, bevor man nicht Mittel gefunden habe, der zweyten abzuhelfen, von welcher der folgende Artikel handelt.

**Abweichung wegen der verschiedenen Brechbarkeit der Lichtstralen,** Aberratio ob diversam re-

frangibilitatem lucis, *Aberration de refrangibilité.* Diese Abweichung rührt daher, daß die Lichtstralen nach Newtons Entdeckung bey der Brechung zertheilt, und in Stralen von verschiedenen Farben zerstreut werden, deren einige eine stärkere, andere eine geringere Brechung leiden. f. Brechbarkeit, Farbenzerstreuung. Daher werden unter den von einem Punkte ausgehenden Stralen einige näher, andere weiter hinter dem Glase vereiniget, und es entstehen so viele Bilder des Gegenstandes, als das Licht Farben enthält. Das von den blauen oder violetten Stralen entstandene Bild steht dem Glase am nächsten, wie bey B, Taf. I. Fig. 6: das von den rothen Stralen gebildete am weitesten bey R. Beyder Abstand BR beträgt, wenn die Stralen nahe bey der Axe DC einfallen, ohngefähr $\frac{1}{30}$ von BC, sonst noch mehr. Bey dem im Jahre 1774 in Paris angestellten Versuchen mit einer hohlen mit Weingeist gefüllten Linse, von welcher nur ein 6—7 Lin. breiter Ring am Rande offen gelassen war (f. Brennglas), fand Brisson (Mém. de Paris 1774.) die Entfernung des Vereinigungspunkts der Sonnenstralen vom Mittelpunkte der Linse

| | Sch. | Zoll. | Lin. |
|---|---|---|---|
| für rothe Stralen — — | 10 | 3 | 11½ |
| — orangegelbe — — | 10 | 2 | 10 |
| — gelbe — — | 10 | 2 | 3 |
| — blaue — — | 9 | 7 | 10½ |
| — violette — — | 9 | 6 | 4½ |

wo BR, 9 Zoll 7 Lin., oder $\frac{1}{12}$ von BC ausmacht.

Da sich nun die von einem Punkte kommenden Stralen auf die in der Figur deutlich vorgestellte Art durchkreuzen, so kan weder in B oder R selbst, noch irgendwo zwischen diesen Punkten, ein deutliches Bild des stralenden Punktes entstehen. In B z. B. wird das deutliche Bild, welches die blauen Stralen machen, mit Lichte von andern Farben, und am Rande mit rothem Lichte aus eben dem Punkte des Gegenstandes, umgeben seyn; daher diese Abweichung dem Bilde zugleich falsche Farben und farbichte Ränder giebt.

Sobald Newton diese Abweichung entdeckt hatte, berechnete er, daß sie bey den gewöhnlichen Fernröhren auf die Undeutlichkeit des Bildes 5000mal stärker wirke, als die Abweichung wegen der Gestalt des Glases, daß sie also das vornehmste Hinderniß ausmache, welches der Vollkommenheit der Fernröhre im Wege stehe, von denen es, wie er sagt, zu verwundern sey, daß sie die Gegenstände noch so deutlich zeigten, als es wirklich geschähe.

Er dachte nunmehr auf Mittel, diese Abweichung aufzuheben, ward aber unglücklicher Weise durch gewisse von ihm angestellte Versuche und daraus gefolgerte Sätze verleitet, es für unmöglich zu halten, daß man jemals bey Gläsern die Wirkung der Farbenzerstreuung werde aufheben können. Er gieng von dieser Zeit an ganz von den Gedanken an die Verbesserung der Gläser ab, und schlug statt der Fernröhre mit bloßen Gläsern die mit Spiegeln vor, s. Spiegeltelescop, weil bey der Zurückprallung des Lichts von Spiegeln keine Farbenzerstreuung statt findet. Dadurch ist die weitere Untersuchung dieser Materie beynahe um ein ganzes Jahrhundert verspätiget worden.

Endlich machte in neuern Zeiten, auf eine von Herrn Euler gegebne Veranlassung, der englische Künstler Dollond die wichtige Entdeckung, daß es allerdings möglich sey die Farbenzerstreuung auch bey Fernröhren mit Gläsern zu vermeiden, wenn man zu dieser Absicht die Gläser aus verschiedenen Glasarten zusammensetze. Hierauf gründet sich die Erfindung der Dollondischen achromatischen Fernröhre, in welchen die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung vermieden wird, wovon man den Artikel: Achromatische Fernröhre, nachsehen kan.

**Abweichung, katoptrische oder Abirrung der Hohlspiegel,** Aberratio ob figuram speculorum, *Aberration de sphéricité des miroirs*, heißt der Unterschied, welcher bey Hohlspiegeln und Spiegeltelescopen daher entsteht, daß die sphärischen oder Kugelspiegel die aus einem Punkte ausgegangenen Lichtstralen nicht wieder in einen Punkt vereinigen, woraus eine Undeutlichkeit des Bildes

entsteht. Sollte diese Abweichung wegfallen, so müßte der Spiegel, wenn der Gegenstand sehr entfernt ist, eine **parabolische** Krümmung haben. Denn die Parabel hat die Eigenschaft, Stralen, welche mit ihrer Axe parallel einfallen, in ihrem Brennpunkte genau zu vereinigen. Man hat daher den Metallspiegeln, die zu Telescopen dienen sollen, eine parabolische Krümmung zu geben gesucht, wovon man unter dem Artikel: **Parabolische Spiegel**, ein mehreres finden wird.

**Abweichung der Magnetnadel**, Declinatio f. Variatio acus magneticae, *Declinaison ou Variation de l'aimant.* So nennt man denjenigen Winkel, um welchen die Richtung der Magnetnadel von der wahren Mittagslinie abweicht. Obgleich insgemein gesagt wird, der Magnet habe die Eigenschaft, sich mit einem gewissen Punkte nach Norden zu richten, und theile diese Eigenschaft, die man seine **Polarität** nennt, auch den mit ihm bestrichenen Nadeln mit, so gilt doch diese Behauptung nur mit einiger Einschränkung. Sowohl der Magnet selbst, als auch die Nadeln, richten sich in den wenigsten Fällen genau nach Norden; sie weichen fast allezeit von der wahren Richtung der Mittagslinie um einige Grade, gegen Osten oder Westen, ab.

Allem Ansehen nach hat man die Abweichung der Magnetnadel bald nach dem ersten Gebrauche des Compasses zur Schiffahrt entdecken müssen. Auch versichert **Thevenot** in seiner Reisebeschreibung (Recueil des voyages. Paris, 1681. 8.), aus einem Briefe des **Peter Adsigerus** gesehen zu haben, daß dessen Verfasser schon im Jahre 1269 eine Abweichung der Magnetnadel von 5 Graden wahrgenommen habe. Inzwischen finden sich doch die ersten zuverläßigen Beobachtungen dieser Abweichung nicht eher, als im sechszehnten Jahrhunderte. Herr **de l'Isle** besaß ein Manuscript eines Piloten **Crignon** aus Dieppe, vom Jahre 1534, welches dem Admiral **Sebastian Chabot** zugeeignet war, und worinn die Abweichung der Magnetnadel erwähnt ward; daher es ein Misverständniß

zu seyn scheint, wenn Riccioli (Geograph. reform. L. VIII, c. 12.) den Chabot selbst nebst dem Gonzalez von Oviedo als die Erfinder der Abweichung der Magnetnadel nennet. Levin Hulsius (Descriptio et vsus viatorii et horologii solaris, Norib. 1597. 12mo) führt an, daß Georg Hartmann in Nürnberg im Jahre 1536 bey Verfertigung von Sonnenuhren die Abweichung 10¼ Grad gefunden habe, und 1550 ward sie zu Paris von Orontius Fineus 8 Grad östlich beobachtet. (Man s. *Petr. van Musschenbroek* diss. physica experimentalis de Magnete, in seinen Dissert. phys. et geometr. Lugd. Bat. 1729. 4. ingl. Doppelmayr Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern. Nürnberg, 1750. Fol. S. 57.) Die ältern Naturforscher pflegten das Abweichen der Nadel gegen Morgen, Graecissare, das gegen Abend, Magistrissare zu nennen.

Die Abweichung der Magnetnadel zu beobachten, zieht man auf dem festen Lande eine Mittagslinie, setzt einen gewöhnlichen Compaß oder eine Boussole (s. Compaß) so *auf dieselbe*, daß der Stift, auf welchem die Nadel ruht, auf der Mittagslinie steht, und die Linie, welche durch den Anfang der Theilung des Compasses geht, mit der Richtung der Mittagslinie concidiret, so zeigt der Grad, auf welchen die Nadel spielet, die Größe ihrer Abweichung an. Man pflegt einen hiezu eingerichteten Compaß einen Abweichungscompaß (Declinatorium) zu nennen. Die Herren Brander und Höschel haben im Jahre 1779 eine Beschreibung der von ihnen verfertigten Compasse unter dem Titel: Beschreibung des magnetischen *Declinatorii* und *Inclinatorii*, desgleichen eines besonders bequemen und nutzbaren Sonnenquadranten, zu genauer Bestimmung der Mittagslinie, Augspurg. 8. herausgegeben.

Auf der See, wo sich diese Methode nicht anwenden läßt, pflegt man ein Bleyloth so über dem Seecompaß aufzuhängen, daß dessen Schatten durch den Mittelpunkt des Compasses geht; so giebt der Rhumb oder Theilungspunkt

des Compasses in dem Zeitpunkte, da der Schatten am kürzesten ist, die Größe der Abweichung an, weil in diesem Zeitpunkte der Schatten die Richtung der Mittagslinie bezeichnet. Man kan auch die Weltgegenden, in welchen die Sonne, oder ein Stern auf- und untergeht, oder auch die Gegenden, in welchen die Sonne oder ein Stern gleiche Höhen auf der Morgen- und Abendseite erreicht, auf dem Compasse bemerken, so wird der zwischen beyden enthaltene Bogen, in zwo gleiche Helften getheilt, den wahren Mittags- und Mitternachtspunkt bezeichnen, und man wird die Abweichung der Nadel von demselben leicht bemerken können. Eine dritte Methode, bey welcher aber die geographische Breite oder Polhöhe des Orts als bekannt vorausgesetzt wird, ist diese. Man beobachte die Gegend des Compasses, in welcher die Sonne, oder ein Stern, auf- oder untergeht; man berechne ferner aus der gegebnen Abweichung der Sonne oder des Sterns und der Polhöhe, desselben Morgen- oder Abendweite (s. den Artikel: Abendweite), so wird der Unterschied zwischen der berechneten Morgenweite und dem Abstande der beobachteten Anfangsgegend von Osten; oder zwischen der berechneten Abendweite und dem Abstande der beobachteten Untergangsgegend von Westen, die Abweichung der Magnetnadel angeben.

Durch Beobachtungen dieser Art mußte man bald wahrnehmen, daß die Abweichung der Magnetnadel nicht allein an verschiedenen Orten der Erde verschieden, sondern auch, selbst an einerley Beobachtungsorte, zu verschiedenen Zeiten veränderlich sey. Diese Veränderung der Abweichung an einerley Orte (Variatio Declinationis s. Variationis) geht bisweilen so weit, daß die Nadeln schon binnen einer Stunde ihre Richtung merklich ändern. Länger fortgesetzte Beobachtungen hierüber scheinen zusammengenommen etwas Regelmäßiges zu zeigen. Man hat zu Paris und London dergleichen Beobachtungen seit langer Zeit ununterbrochen fortgesetzt. Die vornehmsten Resultate der Pariser Beobachtungen enthält folgende Tabelle:

| Jahr | Abweichung | | |
|---|---|---|---|
| 1550 | 8° | 10′ | östlich |
| 1580 | 11 | 30 | |
| 1610 | 8 | 0 | |
| 1640 | 3 | 0 | |
| 1666 | 0 | 0 | |

| Jahr | Abweichung | | |
|---|---|---|---|
| 1670 | 1° | 30 | westlich |
| 1680 | 2 | 40 | |
| 1685 | 4 | 10 | |
| 1692 | 5 | 50 | |
| 1695 | 6 | 48 | |
| 1700 | 8 | 12 | |
| 1705 | 8 | 25 | |
| 1710 | 9 | 35 | |
| 1715 | 10 | 50 | |
| 1720 | 13 | 0 | |
| 1725 | 13 | 15 | |
| 1730 | 14 | 25 | |
| 1735 | 15 | 40 | |
| 1740 | 15 | 45 | |
| 1745 | 16 | 15 | |
| 1750 | 17 | 15 | |
| 1760 | 18 | 0 | |
| 1770 | 19 | 0 | |
| 1772 | 19 | 55 | |

In den Mémoires de l' Acad. Royale des Sc. vom Jahre 1770. S. 459 bemerkt Herr le Monnier von der Abweichung der Nadel in Paris, sie habe von 1666 bis 1769 jährlich immer um etwas zugenommen, zuerst um 15 bis 16, dann um 9 Minuten, womit auch obige Tabelle übereinstimmt. Jetzt aber scheint die westliche Abweichung daselbst wieder abzunehmen.

In London, wo Gellibrand im Jahre 1625 zuerst genaue Beobachtungen angefangen, und in dieser Absicht eine eigne Mittagslinie gezogen hat, war die Abweichung der Nadel nach Halley (Philos. Trans. n. 195. p. 564.)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| im Jahre | 1580 | 11° | 15′ | östlich |
| | 1622 | 5 | 36 | östlich |
| | 1634 | 4 | 5 | östlich |
| | 1657 | 0 | 0 | |
| | 1672 | 2 | 30 | westlich |
| | 1683 | 4 | 30 | westlich |
| (Phil. Trans. Vol. LXIV. P. 2.) | 1774 | 21 | 16 | westlich |

Wenn man aus mehrern an vielerley Orten der Welt angestellten Beobachtungen auf einer Landkarte die Orte bemerkt, an welchen die Magnetnadel für eine gewisse Zeit einerley Abweichung gehabt hat, und durch diese Orte Linien zieht, so kommen verschiedene besonders gekrümmte Züge, Abweichungslinien, zum Vorschein, welche sich auf gewisse Gegenden zu beziehen scheinen. Halley hat dies zuerst entdeckt, und eine solche für das Jahr 1700 eingerichtete Karte verzeichnet, welche sich in den Philos. Transact. no. 195, ingleichen in den Miscellaneis curiosis Vol. I. p. 80, und in Musschenbroeks oben angeführter Diss. de Magnete findet. Eine neuere für das Jahr 1772 hat Lambert aus den neusten Beobachtungen entworfen, und ich habe sie hier Taf. II. aus dem Berliner astronomischen Jahrbuche für 1779 mitgetheilet. Aus der Betrachtung dieser Karte lassen sich für das Jahr 1770 folgende merkwürdige Sätze ziehen:

1. In ganz Europa, Afrika, dem östlichen Theile von Nordamerika und dem südlichen Theile von Asien, nebst den angrenzenden Meeren war die Abweichung der Nadel durchaus westlich.

2. Im Ocean, westwärts von Grosbritannien, und ostwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung, war sie am größten, und betrug daselbst 25°.

3. Die beyden für die Abweichung von 15° gezognen Linien kreuzen sich mitten in Afrika. Diese Linien sind zwar nicht unmittelbar aus Beobachtungen bestimmt, die in Afrika selbst angestellt wären; aber sie haben doch ohne Verletzung der Analogie nicht anders können gezogen werden.

4. Vom weißen Meere aus geht durch Asien, das südliche China und die philippinischen Inseln eine Linie, in welcher gar keine Abweichung statt findet.

5. Dieser Linie gegen Morgen fängt die Abweichung an östlich zu werden, und bleibt dies bis an eine Linie, welche von Florida aus an der brasilianischen Küste hin bis an den ersten Meridian unter 40° südlicher Breite geht, in welcher Linie wiederum gar keine Abweichung ist.

6. Die größte östliche Abweichung von 25° findet unterhalb der südlichen Spitze von Amerika statt.

7. Halley hatte in seiner Karte die Linien für die größten Abweichungen von 25°, bey Afrika und Amerika um 15° weiter gegen Morgen, bey Grosbritannien 40 — 50° weiter gegen Abend gesetzt, wie die punktirten Linien der Karte andeuten; um so viel haben sich also diese Linien seit 70 Jahren verrückt.

Eben dergleichen Abweichungslinien sind auch für das Jahr 1744 auf einer von Mountaine und Dodson entworfenen Karte (s. Philos. Transact. Vol. L. P. I. p. 329), und für 1755 auf einer von Zegollström (Diss. de *theoria decl.* magn. Upsal.), ingleichen auf des Herrn Professor Funk zu Leipzig Karten unter dem Titel: Die nördliche und südliche Erdoberfläche auf die Ebne des Aequators projicirt. Leipzig, 1781. verzeichnet.

Man hat die Abweichung der Magnetnadel und deren Veränderungen durch verschiedene Hypothesen zu erklären versucht. Anfänglich, als die beobachteten Veränderungen noch gering waren, schrieb man dieselbe, so wie die ganze Abweichung, nur der größern oder geringern Kraft des Magnets, mit dem die Nadel bestrichen worden, zu oder auch dem Umstande, daß die Nadeln bald näher an den Polen des Magnets, bald weiter von denselben, gestrichen würden. Man glaubte nemlich, eine genau an dem Pole eines starken Magnets gestrichene Nadel werde gar keine Abweichung zeigen. Diese Meynungen aber wurden gar bald durch die Erfahrung widerlegt.

William Gilbert (De magnete magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure physiologia

nova. Lond. 1600. fol.), der Erste, der gründlich über den Magnet geschrieben, und keine Thorheiten mehr darüber vorgebracht hat, nahm an, die Erde sey ein Magnet das Wasser aber nicht; folglich müssen sich die Nadeln überall nach derjenigen Gegend kehren, nach welcher das meiste und nächste Land liege. Nach dieser Voraussetzung müßte in den Azorischen Inseln, welche von Afrika und Amerika beynahe gleich weit entfernt liegen, gar keine, von ihnen gegen Afrika zu eine östliche, und gegen Amerika zu eine westliche Abweichung statt finden. Am Vorgebirge der guten Hofnung müste wiederum gar keine oder nur eine sehr geringe Abweichung seyn, weil die Nadel von beyden Seiten des festen Landes gleich stark angezogen würde u. s. f. Dieses schien auch mit den damals bekannten wenigen Beobachtungen der Ostindienfahrer ziemlich übereinzustimmen; aber Halley setzt dieser Theorie das Beyspiel der brasilianischen Küste entgegen, an welcher sich die Nadel ganz vom Lande abwendet, und gegen Osten abweicht, da doch das Land der Küste westwärts liegt.

Descartes suchte die Ursache der Abweichung in den Eisenerzen und Magneten, welche im Innersten der Erde und im Meergrunde verborgen lägen; Auzout darin, daß der Strom der magnetischen Materie durch die in der Erde entstandenen natürlichen und künstlichen Aushöhlungen gestört, und von seinem eigentlichen Wege abgelenkt werde; Hevel in einem Schwanken der Erde, und dergleichen; aber alle diese Hypothesen sind von Halley und Musschenbroek gründlich widerlegt worden, und fallen von selbst zu Boden, wenn man nur einen Blick auf Halley's oder Lamberts Karte wirft und bemerkt, wie viel Regelmäßiges und welche geometrische Beziehung auf gewisse Punkte aus dem ganzen Abweichungssysteme unverkennbar hervorleuchte.

Halley setzte daher an die Stelle der vorigen eine neue Theorie (A theory of the variation of the magnetical compass by Mr. *Edmund Halley*, in Philos. Transact. num. 148. pag. 208), die er auf eine zahlreiche Sammlung von Beobachtungen baute, aus welchen er auch seine

Abweichungskarte zusammengesetzt hat. Er zog aus diesen Beobachtungen folgende allgemeine Sätze für das Jahr 1700.

1. In ganz Europa ist jetzt die Abweichung westlich, gegen Morgen zu stärker, als gegen Abend, scheint auch durchgängig von Abend gegen Morgen zuzunehmen.

2. An der Küste von Nordamerika ist die Abweichung ebenfalls westlich, und wird größer, je weiter man gegen Norden geht, so daß sie in Neufowndland 20, in der Hudsonsstraße 30, in der Baffinsbay sogar 57 Grad beträgt; sie wird hingegen geringer, je weiter man von dieser Küste ostwärts segelt. Hieraus folgert Halley, daß irgendwo zwischen Europa und Nordamerika, vielleicht um die Insel Terceira, eine östliche Abweichung, oder wenigstens keine westliche mehr, statt finden müsse.

3. An der Küste von Brasilien ist die Abweichung östlich, und wächst weiter südwärts immer mehr, so daß sie bey Cap Frio 12, und beym Platafluß 20½ Grad beträgt. Südwestwärts nach der magellanischen Straße zu nimmt sie wieder ab, und ist an der westlichen Einfahrt der Straße nur 14 Grad.

4. Ostwärts von Brasilien nimmt diese östliche Abweichung ab, wird bey St. Helena und Ascension sehr gering, und verliert sich endlich 18 Grad westwärts vom Cap der guten Hoffnung ganz und gar.

5. Noch weiter ostwärts fängt wieder eine westliche Abweichung an, welche sich durch den ganzen indischen Ocean erstreckt, und unter dem Aequator in dem Mittagskreise von Madagascar bis auf 18 Grad steigt. In eben diesem Mittagskreise, unter dem 30sten Grade südlicher Breite, findet sie sich 27½ Grad, und nimmt von hier aus ab, so daß sie bey Cap Comorin nur 8, an der Küste von Java nur 3 Grad beträgt, und endlich in den Molucken, so wie auch westwärts von Van Diemensland, ganz verschwindet.

6. Weiter ostwärts entsteht unter südlicher Breite eine neue östliche Abweichung, die aber weder so stark, noch

von so weitem Umfange, als die vorige, ist: denn auf der Insel Rotterdam ist sie schon merklich kleiner, als an der Küste von Neuguinea. und nach dem Verhältnisse, in welchen sie abnimmt, läßt sich annehmen, daß 20 Grad weiter ostwärts, oder bey 225 Grad Länge von London aus, unter dem 20sten Grade südlicher Breite wiederum eine westliche Abweichung anfange.

7. Die Abweichungen in Baldivia und der magellanischen Straße zeigen, daß die Num. 3. angeführte östliche Abweichung sehr schnell abnehme, und sich wahrscheinlicher Weise nur bis auf einige Grade über die Küsten von Peru und Chili hinaus in die Südsee erstrecke, wo denn wieder eine westliche Abweichung in der Gegend der unbekannten Länder zwischen Chili und Neuseeland anfangen muß.

8. Von St. Helena nordwestwärts bis an den Aequator bleibt die Abweichung östlich, aber sehr gering und immer gleich groß, daß also in dieser Gegend die Linie, in welcher die Abweichung Null ist, nicht nach der Mittagslinie, sondern nach Nordwest geht.

9. Die Einfahrt der Hudsonsstraße und die Mündung des Plata liegen beynahe unter einerley Meridian; dennoch weicht die Nadel an dem einen Orte $19\frac{1}{2}$ Grad westlich, am andern $20\frac{1}{2}$ Grad östlich ab.

Aus diesen Sätzen nun zog Halley die Hypothese, die Erdkugel sey ein großer Magnet mit vier magnetischen Polen oder Anziehungspunkten, von denen je zween und zween nahe an jedem Pole des Aequators lägen. An den Orten, welche sich nahe an einem dieser magnetischen Pole befänden, richte sich die Nadel nach demselben, und überhaupt behalte jederzeit der nähere Pol die Oberhand über den entferntern.

Den Pol, der unsern Ländern am nächsten ligt, setzt Halley in den Meridian von Lands-end, nicht über 7 Grad vom Nordpole entfernt. Dieser bestimme die Abweichung der Nadel in Europa, der Tartarey und dem

Eismeere, obgleich auch mit Beziehung auf den andern Nordpol, der ohngefähr in den mitten durch Californien gehenden Meridian, 15 Grad vom nördlichen Erdpole falle. Nach diesem richte sich die Nadel hauptsächlich in Nordamerika und den daranstoßenden Meeren von den Azoren westwärts bis Japan.

Die beyden südlichen Pole sollen vom Südpole der Erde etwas weiter abstehen. Der eine wird 16 Grad weit vom Südpole in einen 20 Grad westwärts von der magellanischen Straße abstehenden Meridian gesetzt, und soll die Nadel in Südamerika, der Südsee und einem grossen Theile des äthiopischen Meeres lenken. Der vierte bekömmt seine Stelle 20 Grad weit vom Südpole in dem Meridiane, der 120 Grad ostwärts von London durch Neuholland und die Insel Celebes geht. Die Kraft dieses Poles soll, weil er am weitsten vom Pole der Erde absteht, überall den stärksten Einfluß haben, und sich über den südlichen Theil von Afrika und Asien und die daran grenzenden Meere erstrecken. Dies ist nun nach Halley die Stellung des Magnetismus der Erde für das Jahr 1700, aus welcher er die aus den Beobachtungen gezognen Sätze auf folgende Art erklärt.

1. Den europäischen Pol im Meridiane von Landsend in England haben alle Orte in Europa auf der Westseite ihres Meridians. Sie müssen also eine westliche Abweichung haben, welche immer größer wird, je weiter man ostwärts geht.

2. Auf der Westseite des Meridians von Lands-end würde die Nadel eine östliche Abweichung erhalten, wofern sie nicht wegen der Annäherung des amerikanischen Nordpols, der etwas mehr Kraft, als der erstere, zu besitzen scheint, westwärts gezogen würde, welcher Zug auch unter dem Meridian von Lands-end selbst noch einige westliche Abweichung verursacht. In der Gegend des Meridians von Terceira mag vielleicht der europäische Pol so viel überwiegen, daß daselbst eine östliche, oder wenigstens keine westliche Abweichung mehr, statt findet. Westwärts von den Azoren aber überwiegt der amerikanische Pol, und

verursacht an den Küsten von Nordamerika eine westliche Abweichung, die desto größer wird, je weiter man gegen Norden geht, desto geringer aber, je mehr man sich ostwärts dem europäischen Pole nähert. In Nordamerika selbst nimmt diese westliche Abweichung wieder ab, ist in dem Meridian, der durch Californien geht, Null, und muß weiter westwärts gegen Yedso und Japan ohne Zweifel östlich seyn, bis sie wieder der durch den europäischen verursachten westlichen begegnet.

3. Gegen den Südpol zu erfolgen ähnliche Wirkungen, nur daß hier der Nadel südliche Spitze angezogen wird. Liegt also der magnetische Pol 20 Grad westwärts von der magellanischen Straße, so muß die Abweichung an der brasilianischen Küste, dem Plataflusse u. s. w. östlich seyn, und sich über einen großen Theil des äthiopischen Meeres erstrecken.

4. Endlich aber wird sie noch weiter ostwärts von der Kraft des asiatischen Südpols überwogen, welches ohngefähr zwischen dem Cap der guten Hoffnung und den Inseln des Tristan d'Acunha geschieht.

5. Noch weiter ostwärts zieht der asiatische Pol die südliche Spitze der Nadel, und verursacht dadurch eine westliche Abweichung, welche wegen der weiten Entfernung dieses Pols vom Südpole der Erde stark seyn und sich sehr weit erstrecken muß, bis sie endlich in den Molucken um den Meridian der Insel Celebes, in welchem dieser Pol selbst liegt, verschwindet, und einer neuen östlichen Raum giebt.

6. Diese östliche Abweichung reicht ohngefähr bis in die Mitte der Südsee.

7. Hier fängt, wegen der Wirkung des amerikanischen Südpols, zwischen Neuseeland und Chili wieder eine westliche an.

8. In der heißen Zone, und besonders unter dem Aequator, muß man auf alle vier Pole sehen. So ist z. B. in dem von St. Helena nordwestwärts gerichteten Striche die Abweichung östlich und sehr gering, weil hier die

Wirkung des amerikanischen Südpols, der diesen Gegenden am nächsten liegt, und eigentlich eine große östliche Abweichung verursachen sollte, durch die entgegengesetzten vereinten Wirkungen des amerikanischen Nordpols und des asiatischen Südpols geschwächt wird, der europäische Nordpol aber ohnehin beynahe in den Meridian dieser Gegenden selbst fällt.

9. Auch wird hieraus begreiflich, wie die Abweichung unter einerley Meridiane an einem Orte östlich, am andern westlich seyn kan.

So erklärt Halley den Zustand der Abweichungen für das Jahr 1700. Weil er aber auch auf die Veränderungen der Abweichung sehen, und also nothwendig eine Bewegung seiner magnetischen Pole annehmen muste, wobey die Fragen entstanden: ob sich alle vier Pole zugleich, ob sie sich um die Pole der Erde, und mit welcher Geschwindigkeit sie sich bewegten, so suchte er diese Fragen in einem andern Aufsatze (An account of the cause of the change of the variation of the magnetical needle, by *Edm. Halley*, in den Philos. Transact. num. 195. p. 563.) durch Folgendes zu beantworten.

Der äußere Theil der Erde macht nach seiner Meynung nur eine Rinde aus, umschließt einen concentrischen kugelförmigen Kern, und der Raum zwischen beyden ist mit einer flüßigen Materie angefüllt. Kern und Rinde drehen sich zwar beyde täglich um ihre Axen, aber die Umdrehungszeit des Kerns ist von der Umdrehungszeit der Rinde um ein kleines Zeittheilchen unterschieden; dieser Unterschied wird nach oft wiederholter Umdrehung merklich, und die Stellen der Rinde treffen alsdann nicht mehr mit den vorigen Stellen des Kerns zusammen.

Nimmt man nun an, beydes Rinde und Kern seyen Magnete mit zween Polen, so ändern sich freylich die Stellungen dieser vier Pole gegen einander, und wenn man, wie natürlich, die Pole der Rinde als die unbeweglichen betrachtet, so muß man alsdann den Polen des Kerns eine beständige Bewegung beylegen. Unter den Nordpolen ist der bewegliche der europäische,

unter den Südpolen der amerikanische, weil in den Gegenden um diese Pole die Veränderungen am größten sind. Die Bewegung geht nach Westen; also bleibt die innere Kugel, bey der täglichen Umdrehung von Westen nach Osten, ein wenig zurück, welches davon herkommen kan, daß beym ersten Anfange der Umdrehung der der äußern Rinde ertheilte Stoß sich dem Kerne nicht ganz hat mittheilen können. Um die Erdaxe scheint diese Bewegung nicht zu gehen, weil sonst die Abweichungen in einem Parallelkreise immer dieselben bleiben, und nur von einem Punkte zu andern fortrücken müßten; welches doch der Erfahrung nicht gemäß ist. Da diese Bewegung sehr langsam ist, so läßt sich aus so wenigen und neuen Beobachtungen nichts Zuverläßiges über die Dauer ihrer Periode bestimmen; doch scheint sich der amerikanische Pol in 90 Jahren um 46 Grad westwärts bewegt zu haben, woraus sich die Dauer der Umlaufszeit ohngefähr auf 700 Jahre setzen ließe.

So weit Halley. Man kan dem Scharfsinne und geometrischen Geiste, mit welchem er aus so vielen ohne Ordnung durch einander liegenden Beobachtungen die Linien seiner Karte gezogen, und seine Schlüsse hergeleitet hat, die verdiente Bewunderung nicht versagen; aber die Hypothese von vier Polen, deren zween beweglich sind, und die daraus entsprungene Idee von Kern und Rinde bringen etwas Sonderbares und Unwahrscheinliches in seine Erklärung.

Der jüngere Herr Euler (Recherches sur la declinaison de l'aiguille aimantée, in Mémoires de l'acad. des Sc. à Berlin, ann. 1757. p. 175) hat daher zu zeigen gesucht, daß man zu Erklärung der beobachteten Abweichungen keinesweges nöthig habe, vier Pole anzunehmen, indem sich von allen Erscheinungen aus dem Daseyn zweener Pole Rechenschaft geben lasse. Er berechnet zu dem Ende Formeln, wodurch sich die halleyischen Abweichungslinien aus der gegebenen Lage zweener magnetischer Pole würden bestimmen lassen, wenn diese Pole 1) einander nach dem Durchmesser entgegengesetzt, 2) in zween entgegengesetzten

Meridianen, 3) in einerley Meridian, 4) in zween verschiedenen Meridianen lägen. Wenn er nun annimmt, daß der magnetische Nordpol 14, der Südpol 35° von den Polen der Erde abstünde, die durch beyde gezognen Meridiane aber 63° von einander entfernt wären, so findet er nach diesen Formeln die Abweichungslinien ziemlich übereinstimmend mit der für das Jahr 1744 entworfenen Karte des Mountaine und Dodson. Er theilt die Zeichnung einer nach seinen Formeln entworfenen Karte mit, in welcher der magnetische Nordpol über Amerika, der Südpol hingegen unter Neuseeland fällt, und die Abweichungslinien für 12° 5′ östliche Declination sich einmal im rothen Meere, das anderemal westwärts von Californien nahe am Wendekreise kreuzen. Die Linien, in welchen gar keine Abweichung statt findet, fallen bloß etwas weiter ostwärts, als in der Taf. II. mitgetheilten Karte des Herrn Lambert. Nach Herrn Eulers eigner Vermuthung würden seine Formeln mit den Beobachtungen noch besser übereinstimmen, wenn er den Nordpol 17 und den Südpol 40 Grad von den Polen der Erde entfernt hätte. Es ist also durch diese Bemühungen des Herrn Euler wenigstens so viel erwiesen, daß es überflüßig sey, vier magnetische Pole anzunehmen.

Unter den ungedruckten Abhandlungen des großen göttingischen Astronomen, Tobias Mayers, befindet sich eine über den Magnet, welche er der dasigen Societät der Wissenschaften im Jahre 1762 vorgelesen hat. Den Nachrichten der Herren Erxleben und Lichtenberg zufolge (s. Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre nach der Lichtenbergischen Ausgabe, §. 709.) erklärt Mayer daselbst die Erscheinung sehr natürlich daraus, daß in der Erde ein Magnet anzutreffen sey, den man in Vergleichung mit der Erde selbst für unendlich klein annehmen könne. Dieser Magnet liege vom Mittelpunkte der Erde etwa 120 Meilen weit entfernt nach dem Theile der Erde zu, den das stille Meer bedecke. Eine gerade Linie durch die Mittelpunkte dieses Magnets und der Erde schneide die Erdfläche in einer Länge von 201 Graden von der Insel Ferro, und unter 17 Grad nördlicher Breite. Der Magnet

entferne sich jährlich etwa um $\frac{1}{1000}$ des Halbmessers der Erde von dem Mittelpunkte derselben, wodurch die Länge des erstgedachten Durchschnittspunktes jährlich um 8, die Breite um 14 Minuten abnehme. Es habe dieser Magnet zween Pole: seine Axe stehe senkrecht auf der von ihm in den Mittelpunkt der Erde gezognen Linie, und liege in einer Ebne, welche mit der Ebne des Meridians, in welchem jene nach dem Mittelpunkte gezogene Linie liege, einen Winkel von 11½ Grad, und zwar bey uns nach Osten zu, mache. Auch wachse dieser Winkel jährlich etwa um 8¼ Minuten. Die Totalkraft dieses in der Erde liegenden Magneten verhalte sich verkehrt, wie der Würfel der Entfernung.

Aus dieser Hypothese folgert Mayer Größen der Abweichungen für verschiedene Orte der Erde, welche von den wirklich beobachteten nicht sehr unterschieden sind. So findet er z. B. die Abweichung für Paris 14° 2′, für Berlin 12° 2′ westlich, da man sie um das Jahr 1760 am ersten Orte gegen 18°, am zweyten 12° 40′ gefunden hat. Nach Herrn Lichtenbergs richtigem Urtheile muß man eine solche Uebereinstimmung bewundern, wenn man bedenkt, was für unvollkommne Beobachtungen Mayer bey Festsetzung der Hauptgrößen seiner Hypothese zum Grunde legen mußte. Man kan also Mayers Erklärung wenigstens als eine gute Vorstellungsart von der Ursache der Abweichungen gelten lassen, um in Zukunft mehrere Beobachtungen damit zu vergleichen, und sie nach denselben zu berichtigen, und zu prüfen. Es ist nicht zu zweifeln, daß man durch häufigere und genäuere Beobachtungen mehr Licht über die Ursachen der Abweichungen erhalten werde, wenn man auf dem von Halley, Euler und Mayer vorgezeichneten Wege fortgehen wird, auf welchem Geometrie und Analysis so wirksame Unterstützungen darbieten.

Man hat kugelrunde Magnete unter dem Namen der Terrellen (terrellae) gemacht, um durch Beobachtung der Stellungen des Compasses an verschiedenen Punkten derselben, die Phänomene der Abweichung an verschiedenen Stellen der Erde zu erklären. Sie haben aber noch wenig Dienste geleistet. Zwar versichert Adams (Essay

on megnetism, in seinem Essay on electricity, London 1784. 8.), Magellan habe neuerlich eine Terrelle angegeben, von der sich mehr hoffen lasse. Es fällt aber in die Augen, daß sich bey einem solchen Kügelchen nie die wahren Verhältnisse der Größen des Compasses und der Grössen und Entfernungen auf der Erde selbst darstellen lassen, und daß es daher nichts mehr, als ein physikalisches Spielwerk sey.

Außer der bekannten immer fortgehenden Veränderung hat schon Graham im Jahre 1722 noch eine tägliche periodische Veränderung in der Abweichung der Magnetnadel entdeckt, über welche Wargentin und Canton weitere Beobachtungen angestellt haben. Der Letztere theilte seine Versuche hierüber im Jahre 1759 der königlichen Societät der Wissenschaften zu London mit. (An attempt to account for the regular diurnal variation of the horizontal magnetic needle, by *Iohn Canton*, in Philos. Transact. Vol. LI. P. I. p. 398). Er hatte seine Beobachtungen vom Ende des Jahres 1756 an, 603 Tage lang fortgesetzt, und diese tägliche Veränderung an 574 *Tagen regelmäßig* gefunden. Die westliche Abweichung *der Nadel nahm* von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags zu; alsdann stand die Nadel eine Zeitlang still, endlich gieng sie wieder zurück, bis sie in der Nacht oder am nächsten Morgen wieder in ihre vorige Stelle zurückkam.

Diese tägliche Veränderung der Abweichung erklärt Canton aus dem Satze, daß die anziehende Kraft des Magnets durch die Wärme geschwächt werde. Er beweiset diesen Satz durch folgende Versuche. Er stellte an die Gegend Ost-Nord-Ost eines Compasses einen kleinen Magnet, so weit ab, daß die Kraft seines Südpols gerade im Stande war, den Nordpol der Nadel auf Nord-Ost, oder auf 45° zu halten. Diesen Magnet beschwerte er mit einem Gewichte von 16 Unzen, und goß 2 Unzen siedendes Wasser in dasselbe, wodurch der Magnet 7—8 Minuten lang erhitzt ward. Während dieser Zeit gieng die Nadel ¼ Grad westwärts, binnen 9 Minuten kam sie

um $\frac{1}{4}$ Grad oder bis $44\frac{1}{2}$° zurück, brauchte aber einige Stunden Zeit, ehe sie ihre vorige Stellung auf 45° wieder erhielt. Er stellte ferner auf jede Seite des Compasses einen Magnet so, daß die Südpole auf den Nordpol der Nadel gleich stark wirkten, und sie in ihrer gehörigen Stellung erhielten; ward aber einer weggenommen, so zog der andere die Nadel bis 45°. Jeder Magnet ward mit einem Gewichte von 16 Unzen beschweret, und auf den östlichen wurden 2 Unzen siedendes Wasser gegossen. Die Nadel bewegte sich in der ersten Minute um einen halben Grad, und kam in 7 Minuten auf $2\frac{3}{4}$°, wo sie still stand, nach 34 Min. vom ersten Anfange gerechnet, auf $2\frac{1}{2}$, und in 50 Minuten auf $2\frac{1}{4}$° zurückkam. Er füllte nun das westliche Gewicht mit siedendem Wasser, wobey die Nadel in der ersten Minute auf $1\frac{1}{4}$° zurückkam, nach 6 Min. $\frac{1}{2}$° östlich stand, und etwa 40 Minuten darnach in ihre anfängliche Stellung zurückkehrte.

Aus diesen Versuchen ist klar, daß die magnetische Anziehung durch die Wärme geschwächt werde. Wenn nun, sagt Canton, die magnetischen Theile der Erde auf der Ostseite Vormittags von der Sonne eher erwärmt werden, als die auf der Westseite, so ist es klar, daß sich die Nadel mehr westwärts bewegen muß; wenn die Wärme der anziehenden Theile auf jeder Seite gleich stark zunimmt, so muß die Nadel still stehen, und die Abweichung ein Größtes seyn; wenn die westlichen Theile schneller erwärmt werden, oder langsamer abkühlen, als die östlichen, so muß die westliche Abweichung der Nadel wieder kleiner werden, und ein Kleinstes seyn, wenn die Theile auf beyden Seiten gleich geschwind abkühlen. Auch muß nach dieser Theorie die tägliche Veränderung im Sommer größer, als im Winter, seyn; sie ist auch in der That im Junius und Julius fast doppelt so groß, als im December und Januar, gefunden worden.

Unregelmäßige kleine Veränderungen der Abweichung hat Canton seltner, etwa zwey- bis dreymal monatlich, und fast jederzeit mit einem Nordlichte begleitet gefunden. Er ist geneigt, sie aus plötzlichen Veränderungen der unter-

irdischen Wärme herzuleiten, da auch das Nordlicht, als eine elektrische Erscheinung, sich, wie die Elektricität des Turmalins, aus plötzlicher Erwärmung oder Erkältung der Luft erklären lasse.

Einige Künstler haben sich bemüht, Nadeln oder magnetische Ringe zu verfertigen, welche die Mittagslinie ohne Abweichung zeigten. **Musschenbroeks** Versuche hierüber sind vergeblich gewesen. **Le Maire**, ein französischer Künstler, verfertigte neuerlich nach **Brissons** Zeugniß (Dictionnaire raisonné de physique, art. *Aimant*) spiralförmige Nadeln und magnetische Ringe, deren Pole so gestellt waren, daß sie einander störten, und dadurch **für den Ort, für welchen er sie eingerichtet hatte**, die Abweichung vermieden. Man sieht leicht, daß sie für andere Orte, und im Fortgange der Zeit selbst für den nemlichen Ort, diesen Dienst zu leisten aufhören müssen.

**Abweichungskreis**, Circulus declinationis, *Cercle de declinaison*. Ein größter Kreis der Himmelskugel, welcher durch die beyden Pole und ein Gestirn geht. So ist Taf. I. Fig. 5. PSDp der Abweichungskreis des Gestirns S. s. **Abweichung, astronomische.**

Wenn das Gestirn in den Mittagskreis kömmt, so ist dieser mit dem Abweichungskreise einerley. Auch sind die Abweichungskreise einerley mit den Stundenkreisen, welche ebenfalls durch beyde Pole gehen. Wenn z. B. das Gestirn vor einer Stunde durch den Mittagskreis gegangen ist, so fällt sein Abweichungskreis auf den ersten Stundenkreis u. s. w. Nur bleiben die Stundenkreise unbeweglich, die Abweichungskreise hingegen gehen mit der täglichen Bewegung der Gestirne fort. s. **Stundenkreis.**

**Accord**, s. **Consonanz.**

**Achromatische Fernröhre**, Tubi achromatici, *Lunettes achromatiques*, heissen diejenigen Fernröhre, in welchen die Abweichung wegen der verschiedenen Brechbarkeit der Lichtstralen, s. **Abweichung, dioptrische**, vermieden und der betrachtete Gegenstand ohne bunte Ränder und falsche Farben dargestellt wird. Das Wort

achromatisch ist griechisch und bedeutet farbenlos, nicht färbend.

Newton, der die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstralen entdeckt, und die daraus entstehende Abweichung der Gläser mit Recht für die Hauptursache der Undeutlichkeit in den Fernröhren erkannt hatte, ließ sich bey dieser wichtigen Entdeckung dennoch zu einem Irrthume verleiten. Er glaubte nemlich, die verschiedenen bey der Brechung von einander gesonderten Farbenstralen würden von allen brechenden Mitteln in einerley allgemeinem Verhältnisse zerstreut; wenn also die Brechung der Stralen von der mittlern Gattung bestimmt sey, so sey dadurch auch die Brechung derer von den äußersten Gattungen, d. i. der rothen und violetten gegeben, das brechende Mittel möchte seyn, welches man wolle. Diesen Satz sahe er als eine nothwendige Folge eines seiner Versuche an. Er glaubte nemlich gefunden zu haben (Newtoni Optice lat. redd. a Sam. Clarke. Lond. 1706. 4. L. I. Part. II. Exp. 8.), daß das Licht, durch wie vielerley verschiedene brechende Mittel es auch immer gehen möchte, allezeit weiß bleibe, wenn des Strales Richtung beym Ausgange der beym Eingange parallel sey; hingegen allezeit in Farben zerstreut werde, wenn der ausgehende Stral eine andere Richtung nehme, als er beym Eingange gehabt habe. Weil nun aus dem Objectivglase eines Fernrohrs die von entlegnen Punkten einfallenden Stralen so ausgehen müssen, daß sie nach dem Brennraume zusammenlaufen, und also ihre Richtung beym Ausgange nie mit ihrer Richtung beym Eingange in das Glas parallel bleiben kan, so hielt er es für eine entschiedene Unmöglichkeit, durch das Objectivglas eines Fernrohrs weisses Licht und ungefärbte Bilder zu erhalten. Er zog daher seine Gedanken von Verbesserung der Objectivgläser gänzlich ab, und verwendete alle seine Bemühungen blos auf die Spiegeltelescope.

Bey dem großen Ansehen, in welchem Newtons Behauptungen und Versuche standen, blieb die Frage von Vermeidung der Farbenzerstreuung bey Objectivgläsern auf achtzig Jahre lang unberührt, bis endlich Euler

(Sur la perfection des verres objectifs des lunettes par M. *Euler*, in den Mém. de l'acad. roy. des Sc. de Prusse 1747. p. 274.) im Jahre 1747 den Vorschlag that, die Objectivgläser zu Vermeidung der Farbenzerstreuung aus verschiedenen Materien zusammenzusetzen, und statt eines Glases, deren zwey, mit dazwischen gefülltem Wasser, zu gebrauchen. Dieser Gedanke Eulers gründete sich theils auf einen von Newton selbst in anderer Absicht gegebnen Wink, theils auf die Betrachtung der Mittel, deren sich die Natur bey dem Baue des menschlichen Auges bedienet hat.

„Schon Newton, sagt Euler, hat vermuthet, „daß Objectivgläser aus zwo Linsen, deren Zwischenraum „mit Wasser angefüllt wäre, zur Verbesserung der Fernröhren in Absicht auf die Abweichung wegen der „Gestalt der Gläser dienen könnten: aber den Gedanken, daß man durch eben dieses Mittel den Raum verkleinern könne, durch welchen sich die Vereinigungspunkte „der verschiedenen Farbenstralen ausbreiten, scheint er dabey ganz und gar nicht gehabt zu haben. Mir hingegen „*ist es sogleich* vom ersten Anfange wahrscheinlich gewesen, „daß *man* durch gewisse Zusammensetzungen verschiedener durchsichtiger Mittel auch diesem Fehler werde abhelfen können, und ich bin überzeugt, daß die verschiedenen Feuchtigkeiten in unserm Auge so geordnet sind, daß durch dieselben die Ausbreitung „und Zerstreuung der Vereinigungspunkte gänzlich gehoben wird. Dies ist, so viel ich glaube, eine „ganz neue S..te, von welcher der Bau des Auges unsere „Bewunderung verdient: denn wäre es nur darauf angekommen, Bilder der Gegenstände im Auge darzustellen, „so wäre dazu ein einziger durchsichtiger Körper hinreichend „gewesen, wofern er nur die dazu nöthige Gestalt gehabt „hätte: sollte aber das Auge ein vollkommnes Werkzeug „seyn, so mußten mehrere verschiedene durchsichtige Materien dazu gebraucht, und in gehöriger Gestalt nach den „Regeln der erhabensten Geometrie verbunden werden, damit die Deutlichkeit des Bildes nicht durch die verschie-

„dene Brechbarkeit der Stralen gestört würde." Diese scharfsinnige Bemerkung über die Absicht des Schöpfers bey dem Bau des Auges ist für **Eulern** höchst rühmlich; inzwischen ist sie schon längst vor ihm von **David Gregory** (Catoptricae et Dioptricae elementa, Oxon. 1697. 8.) gemacht, und als Vorschlag zur Verbesserung der Fernröhre vorgetragen worden; allein man hat sie damals gleichgültig übersehen. **Euler** untersuchte durch Rechnung, welche Gestalten und Verhältnisse solche aus Glas und Wasser zusammengesetzte Objectivgläser erforderten; aber die nach seinen Rechnungen angestellten Proben hatten nicht den gewünschten Erfolg.

Inzwischen erregte **Eulers** Abhandlung die Aufmerksamkeit des **John Dollond**, eines geschickten englischen Künstlers, der diese Rechnungen sorgfältig durchgieng, aber sie nothwendig falsch finden mußte, weil er sie nach **Newtons** Grundsätzen prüfte. **Euler** wagte noch nicht, **Newtons** Versuche zweifelhaft zu machen, er begnügte sich blos im Allgemeinen zu antworten, daß sich der Bau des Auges gar nicht würde erklären lassen, wenn man nach **Newtons** Beyspiele die Vermeidung der Farbenzerstreuung bey allen Brechungen durch erhabne Gläser für unmöglich erklären wollte.

Endlich rückte Herr **Klingenstierna** im Jahre 1754. in den sechszehnten Band der schwedischen Abhandlungen eine geometrische Prüfung des oben angeführten newtonischen Versuchs ein (Anmerkung über das Gesetz der Brechung bey Lichtstralen von verschiedener Art, wenn sie durch ein durchsichtiges Mittel in verschiedene andere gehen, von **Samuel Klingenstierna** in den schwedischen Abhdl. 1754 der deutschen Uebers. S. 30.), worin er bewieß, daß, wenn dieser Versuch eine allgemeine Richtigkeit hätte, daraus nicht einerley bestimmtes Gesetz der Farbenzerstreuung, sondern unzählige verschiedene Gesetze folgen würden, die sowohl gegen einander selbst, als gegen das von **Newton** angenommene stritten; und daß vielmehr das Licht nach dem Durchgange durch verschiedene

Mittel noch gefärbt seyn könne, wenn gleich der ausfahrende Stral mit dem einfallenden parallel sey.

Durch diese sehr gründlich angestellte Untersuchung ward **Dollond** selbst bewogen, an der Richtigkeit des newtonischen Versuchs zu zweifeln, und zur Anstellung eigner Versuche überzugehen. Er küttete daher zwo Glasscheiben mit den Rändern so zusammen, daß daraus ein prismatisches Gefäß entstand, kehrte dessen Schärfe niederwärts, stellte ein gläsernes Prisma mit der einen Schärfe aufwärts hinein, und füllte den übrigen Raum mit Wasser an. Wenn nun der Winkel, den beyde Glasscheiben mit einander machten, gerade so groß war, daß ein Gegenstand, durch dieses doppelte Prisma betrachtet, eben so hoch, als mit bloßen Augen, erschien, also beyde Brechungen, die durchs Glas, und die durchs Wasser geschehene, einander aufhoben, und der ausgehende Stral dem einfallenden parallel war, so sollte nach **Newtons** Grundsätzen der Gegenstand in seiner natürlichen Farbe erscheinen. Allein er erschien vielmehr eben so stark mit prismatischen Farben umringt, als ob er durch ein einziges gläsernes Prisma mit einem Winkel von etwa 30° wäre betrachtet worden. Hiebey hat also **Dollond** eine starke Färbung ohne Brechung erhalten, und konnte es also nicht mehr für unmöglich ansehen, auch eine Brechung ohne Farben zu bewerkstelligen.

Er erhielt diese auch wirklich, da er einen Keil von gemeinem Tafelglase, dessen Winkel etwa 9° betrug, eben so, wie vorhin das gläserne Prisma, in ein keilförmiges, mit Wasser gefülltes Gefäß aus zwey Glasscheiben setzte. Denn, wenn er nun den Winkel beyder Glasscheiben so lang vergrößerte, bis der betrachtete Gegenstand ohne fremde Farben erschien, so sahe er denselben weit von dem Orte verrückt, an welchem er dem bloßen Auge würde erschienen seyn. Es war also klar, daß die Farbenzerstreuungen einander aufgehoben hatten, obgleich die Brechungen von einander verschieden waren; also ward **Newtons** Satz, vermöge dessen sich die Farbenzerstreuungen, wie

die Brechungen, verhalten sollten, dadurch hinlänglich widerlegt.

Dollond fieng daher an, zu vermuthen, daß dasjenige, was er hier bey den Brechungen durch Wasser und Glas wahrgenommen hatte, auch bey Brechungen **durch verschiedene Glasarten** statt finden werde, und nahm sich daher vor, Prismen von verschiedenen Glasarten zu schleifen und an einander zu legen, um zu sehen, ob auch hiebey die Brechung in andern Verhältnissen, als die Farbenzerstreuung, verschieden seyn würde. Sobald er dies im Jahre 1757 vorgenommen hatte, zeigten sogleich die ersten Proben, daß die Sache die äußerste Aufmerksamkeit verdiene (An Account of some experiments concerning the different refrangibility of light, by Mr. *John Dollond*, in den Philos. Transact. Vol. L. Part. II. p. 733.)

Er fand nemlich das Verhältniß der Farbenzerstreuung gegen die Brechungen in einigen Glasarten weit stärker verschieden, als er zu hoffen gewagt hatte. Besonders war dieser Unterschied bey zwoen Glasarten sehr beträchtlich. Das englische Krystallglas oder **Flintglas**, eine sehr helle und weiße Glasart, zerstreute die Farben am stärksten, eine andere mehr grünliche, das **Crownglas**, am wenigsten, da doch beyder Brechungen fast gleich waren. Diese Entdeckung suchte **Dollond** sogleich zur Verbesserung der Fernröhren zu nützen. Er fieng an, Objectivgläser aus diesen beyden Glasarten zusammenzusetzen, welche das Licht ohne Farben brechen sollten. Damit die beyden mit einander verbundenen Gläser das Licht nach entgegengesetzten Seiten zerstreuen möchten, mußte das eine ein erhabnes, das andere ein Hohlglas seyn; und da die Stralen sich wirklich in einen Punkt der Axe vereinigen sollten, so mußte das erhabne die stärkste Brechung verursachen, und daher aus derjenigen Glasart verfertiget werden, welche bey stärkerer Brechung dennoch nur eine gleich große Farbenzerstreuung giebt, indem beyder Gläser Farbenzerstreuungen einander aufheben, und also gleich groß seyn mußten. Diese Betrachtungen zeigten ihm, daß er seine Objectivgläser aus einem Hohlglase von Flintglas

und einem erhabnen von Crownglas zusammensetzen müsse. Dieser sichern Gründe ohngeachtet fand er doch bey der Ausführung selbst noch unzählbare Schwierigkeiten, die er endlich durch anhaltende Geduld und ungemeine Geschicklichkeit überwand, und sich im Jahre 1755 im Stande sahe, Fernröhre mit so großen Oefnungen, und so starken Vergrößerungen, in Vergleichung mit ihrer Länge, zu verfertigen, daß sie nach dem Urtheile der besten Kenner alles, was man bisher geleistet hatte, bey weitem übertrafen.

Der Ruf von dieser Entdeckung und von den neuen Dollondischen Fernröhren verbreitete sich bald unter den Naturforschern und Künstlern. Weil aber **Dollond** die Verhältnisse, nach welchen die Gläser seiner Objectivlinsen gekrümmt und zusammengesetzt waren, nicht bekannt machte, so suchte **Clairaut**, der sich schon vom Anfange des Streits viel mit dieser Sache beschäftiget hatte, eine vollständige, auf einige Versuche gegründete, Theorie davon auszuarbeiten, welche man in den Mémoires de l' academie royale des Sc. à Paris von den Jahren 1756 und 1757 findet. Diese Arbeit hat nachher **d' Alembert** im dritten und vierten Bande seiner Opuscules mathematiques, und in den Mém. de l'acad. des Sc. in den Jahren 1764, 1765, 1767 vollständiger ausgeführt. Im Jahre 1762 gab die Akademie der Wissenschaften zu Petersburg die Preißfrage auf: wie die Unvollkommenheiten der optischen Werkzeuge, welche von der verschiedenen Brechbarkeit und der Kugelgestalt herrühren, zu heben seyen? wobey die Abhandlung des Herrn **Klingenstierna** (Tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus luminis in lentibus sphaericis refracti, et de perficiendo telescopio dioptrico. Petrop. 1762. gr. 4.) den Preiß erhielt. Ohngeachtet aber diese großen Mathematiker fast alles erschöpft hatten, was die Rechnung in diesem Fache leisten kann, so waren doch ihre Arbeiten den Künstlern größtentheils unbrauchbar, und die Engländer verfertigten ohne Anwendung dieser Formeln weit bessere Fernröhre, als von den Ausländern, selbst unter unmittelbarer Aufsicht

dieser geschickten Rechner, konnten zu Stande gebracht werden.

**Euler**, welcher zu dieser Entdeckung die erste Veranlassung gegeben hatte, war jetzt gerade derjenige, der sich am schwersten von der Richtigkeit der Dollondischen Versuche und Erfindungen überzeugen ließ. Er hatte schon im Jahre 1747 in den Mém. de l' acad. des Sc. de Prusse eine Theorie der Farbenzerstreuungen festgesetzt, mit welcher **Dollonds** Versuche gar nicht übereinstimmten. Er schrieb daher die außerordentlichen Wirkungen der Dollondischen Fernröhre, von welchen er durch unwidersprechliche Zeugnisse überführt ward, blos der Krümmung der Dollondischen Gläser zu, welche durch einen glücklichen Zufall so ausgefallen sey, daß sie eben dieselbe Wirkung thun würden, wenn sie auch nur aus einerley Glasart bestünden. Endlich aber ward er durch die Versicherungen, die ihm **Clairaut** von der Richtigkeit der Dollondischen Versuche gab, bewogen, seine Theorie aufzugeben, und fieng nunmehr selbst an, die Dollondische Erfindung durch eigne Berechnungen aufzuklären, und Vorschläge zum Gebrauch in der Ausübung anzugeben. Aus seinen vielen akademischen Abhandlungen hierüber ist seine **Dioptrik** (*Leonh. Euleri* Dioptrica, Petrop. et Lipſ. 1771. To. II. gr. 4.) entstanden, aus welcher Herr **Fuß** in Petersburg zum Gebrauch der Künstler einen Auszug von Vorschlägen zu achromatischen Fernröhren in französischer Sprache herausgegeben hat. (**Nik. Fuß** umständliche Anweisung, wie alle Arten von Fernröhren in der größten möglichen Vollkommenheit zu verfertigen sind; aus dem Franz. von **G. S. Klügel**. Leipzig, 1778. 4.)

Im Jahre 1758 trieb **Dollond** die Verbesserung der Fernröhre noch höher, indem er seine Objectivlinsen aus drey Gläsern zusammenzusetzen anfieng. Sein Sohn **Peter Dollond** hat nachher diese dreyfachen Objectivgläser in noch größerer Vollkommenheit verfertiget. Sie bestehen aus zween erhabnen Linsen von Crownglas und einer dazwischen stehenden hohlen von Flintglas, s. Taf. I. Fig. 7. Sie werden zu galiläischen Fernröhren mit einem

hohlen, zu astronomischen mit zwoen, und zu Erdfernröhren mit noch mehrern erhabnen Augengläsern verbunden. Ich will hier aus der angeführten Schrift des Herrn Fuß die Abmessung dreyer achromatischen astronomischen Fernröhre mittheilen, welche bey geringer Länge dennoch ungemein starke Vergrößerungen mit gehöriger Deutlichkeit geben.

| Vergrößerung im Durchmesser | 25 | 60 | 320 |
|---|---|---|---|
| I. Brennweite des Objectivglases | 6,25 | 15 | 80 |
| Durchmesser der Apertur - | 1,00 | 2,40 | 12,80 |
| Der ersten convexen Linse von Crownglas Brennweite | 2,78 | 6,68 | 35,64 |
| Halbmesser der Vorderfläche | 5,32 | 12,70 | 68,04 |
| - - der Hinterfläche | 2,04 | 4,90 | 26,14 |
| Abstand der Mitte dieser Linse von der Mitte der zweyten | 0,14 | 0,34 | 1,81 |
| Der zweyten auf beyden Seiten gleich viel vertieften Linse von Flintglas Brennweite | 1,70 | 4,08 | 21,73 |
| Halbmesser jeder ihrer Flächen | 1,97 | 4,73 | 25,22 |
| Abstand ihrer Mitte von der Mitte der dritten Linse - | 0,14 | 0,34 | 1,81 |
| Der dritten auf beyden Seiten gleich viel erhabnen Linse von Crownglas Brennweite | 2,75 | 6,61 | 35,23 |
| Halbmesser jeder ihrer Flächen | 2,92 | 7,00 | 37,35 |
| II. Abstand des Objectivs vom ersten Ocular - - | 6,00 | 14,75 | 79,74 |
| III. Des ersten Oculars von Crownglas Brennweite - | 0,47 | 0,49 | 0,51 |
| Halbmesser jeder der beyden Flächen - - | 0,50 | 0,52 | 0,54 |
| IV. Abstand des ersten Oculars vom zweyten - | 0,33 | 0,34 | 0,34 |
| V. Des zweyten Oculars von Crownglas Brennweite - | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| Halbm. jeder der beyden Flächen | 0,18 | 0,18 | 0,18 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| VI. Entfernung des Auges vom letzten Ocular - - | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| VII. Durchmesser des Gesichtsfeldes - | 2°13′ | 56½′ | 10⅔′ |
| VIII. Länge des Fernrohrs | 6,84 | 16,20 | 85,60 |

Nimmt man hieben 1 Zoll für die Einheit an, so kan durch ein sieben Fuß langes Fernrohr eine 320fache Vergrößerung im Durchmesser erhalten werden, wozu sonst, ohne Gebrauch eines achromatischen Objectivglases, eine Länge von 200 Fuß nöthig gewesen wäre, welche das Fernrohr ganz unbrauchbar würde gemacht haben. Sollte man ja bey einer so kleinen Einheit, als 1 Zoll ist, die bis auf Hunderttheile vorgeschriebne Genauigkeit der Maaße zu verfehlen fürchten, so wird man, durch Annehmung einer Einheit von 2 Zollen, noch immer die 320 fache Vergrösserung bey einer Länge von 14 Fuß, und die 60 fache bey einer von 3 Fuß erhalten können.

Man kan die dreyfachen Objectivgläser, welche weit mehr, als die doppelten, leisten, leicht von den letztern unterscheiden, wenn man ihnen ein Licht vorhält, dessen Flamme sich in jeder Glasfläche spiegelt, und also bey dem dreyfachen Objectivglase sechsfach, bey dem doppelten nur vierfach erscheint. Unter diesen Bildern der Lichtflamme sind beym dreyfachen Objectivglase drey umgekehrte, weil die Flächen 2, 3, 6, Taf. I. Fig. 7. gegen das vor 1 gehaltene Licht zu hohl sind; die übrigen drey Bilder erscheinen aufrecht.

Die englischen Künstler, vorzüglich beyde **Dollonds**, **Ramsden**, **Pyefinch** u. a. haben solche achromatische Fernröhre seit ihrer Erfindung jederzeit in grosser Vollkommenheit verfertiget, ob sie sich gleich dabey mehr auf Proben und Versuche (tâtonnement) verlassen, als etwa die von **Clairaut**, **d' Alembert** und **Euler** angegebnen Formeln und Berechnungen gebraucht haben. Herr **Bernoulli** (Lettres astronomiques. Berlin 1771. 8. lettre 5.) meldet, ihm sey von glaubwürdigen Personen versichert worden, daß der jüngere **Dollond** eine

große Menge Linsen von beyderley Glasarten auf Gerathewohl zu schleifen, und so lang verschiedentlich zu combiniren pflege, bis er eine Zusammensetzung finde, die im verfinsterten Zimmer ein scharf begrenztes farbenloses Bild gebe; ja **Dollond** habe ihm selbst gesagt, daß er fast alles durch praktische Vortheile und durchs Probiren ausrichte. Die Ursache, warum man mit der Theorie allein nicht weit komme, sey der erstaunliche Unterschied unter den Glasmassen. Man pflege in den englischen Glashütten das Glas in hohle Cylinder zu rollen, aus welchen die dasigen Optiker, denen man dies erlaube, sich leicht die besten aussuchen könnten: hernach aber schmelze man die übrigen Cylinder in ganze Massen mit unebnen Oberflächen zusammen, an welchen kein Mensch sehen könne, ob das Glas Blasen oder Streifen habe oder nicht. Auswärtige Künstler könnten das Glas fast nie anders, als in der letzten Gestalt, erhalten, und bekämen es daher meistentheils so schlecht, als möglich. Aehnliche Klagen findet man in **Macquer's** chymischem Wörterbuche unter dem Artikel: **Verglasung**. Nach Herrn **Kästners** Anführen (Anfangsgr. der angewandten Mathematik, dritte Auflage. Göttingen, 1780. Dioptrik. S. 314.) klagen sogar die englischen Künstler, daß das Flintglas in England selbst schon lange nicht mehr in der vorigen Vollkommenheit verfertiget werde.

Man hat über die Bestandtheile der oft angeführten beyden Glasarten, des **Flintglases** und **Crownglases**, Untersuchungen angestellt, und Compositionen von gleicher Wirkung ausfindig zu machen gesucht. **Johann Ernst Zeiher**, nachmaliger Professor der Mathematik zu Wittenberg, entdeckte noch während seines Aufenthalts in Rußland, daß die Farbenzerstreuung der Glasarten stärker werde, wenn man viel Bleykalch zu der Zusammensetzung derselben nehme (s. seine Abhdl. von denjenigen Glasarten, welche eine verschiedene Kraft, die Farben zu zerstreuen, besitzen. Petersburg 1763. 4.), ingleichen, daß ein Zusatz von Laugensalzen zu einem Gemenge von Bleykalch und Kiesel die Brechungskraft des Glases vermindere,

ohne die Farbenzerstreuung im Geringsten zu ändern. Er verfertigte auf diese Art ein Glas, welches das englische Flintglas in Absicht dieser Wirkungen zu Verbesserung der Fernröhre noch weit übertreffen sollte, weil es das Licht dreymal so stark, als das gemeine Glas, zerstreute, da doch das Verhältniß der mittlern Brechung nur etwas weniges mehr, als beym Flintglase betrug. Inzwischen haben diese an sich merkwürdige Entdeckungen den Künstlern wenig Vortheile verschaft, theils weil es bey uns Schwierigkeiten macht, solche ungewöhnliche Glascompositionen nach den gehörigen Verhältnissen auf den Glashütten zu erhalten, theils weil die Hauptsache auf Vermeidung der Adern und Streifen ankömmt, welche dergleichen aus Materien von sehr verschiedener Dichte zusammengesetzte Glasarten noch weit häufiger, als das gewöhnliche Glas, annehmen. Man s. hievon den Artikel: **Flintglas**. Statt des **Crownglases** haben die Künstler, welche außerhalb Englands achromatische Fernröhre verfertiget haben, ihre einheimischen Glasarten gebrauchen können; das Flintglas aber hat man mehrentheils aus England kommen lassen. Inzwischen hat die Unvollkommenheit der Glasarten noch bisher den größten Theil der Vortheile verhindert, welche die Dollondische Erfindung im ersten Anfange zu versprechen schien.

Wie groß übrigens schon diejenigen Vortheile sind, die man wirklich erhalten hat, wird folgende Vergleichung lehren. Nach Herrn **le Gentil** (Mém. de l'acad. des Sc. de Paris. 1755. p. 462.) vergrößerte sein Fernrohr von 18 pariser Fuß Länge 63mal, und da sich sonst die Längen, wie die Quadratzahlen der Vergrößerung, verhalten mußten, so würde eine 126fache Vergrößerung 72 Fuß Länge erfordert haben. Das achromatische Fernrohr des Herrn **Messier** hingegen (Mém. de l'acad. des Sc. 1775. p. 213.) vergrößerte 120mal bey einer Länge von 40 Zoilen, d. h. es that fast gleiche Wirkung mit dem vorigen, ob es gleich über 21 mal kürzer war. Man kan nemlich durch achromatische Fernröhre bey einer sehr geringen Länge dennoch weit beträchtlichere Vergrößerungen,

ohne Schaden der Deutlichkeit erhalten; und obgleich die Spiegeltelescope eben dieses auch leisten, so behalten doch die Fernröhre den Vorzug, daß sie die Gegenstände lebhafter darstellen, auch wohlfeiler und von unwandelbarerer Dauer sind.

**Priestley** Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik, durch **G. S. Klügel.** S. 339. u. f. *I. E. Zeiher* programmata II. de novis dioptricae augmentis. Viteb. 1768 et 1773. 4.

**Adhäsion, Anhängen** Adhaesio, *Adhésion, Adhérence.* Dieser Name wird dem allgemeinen Phänomen der **Attraction** in dem besondern Falle beygelegt, wenn zween **verschiedene** Körper bey ihrer **Berührung** mit einander, oder bey **sehr geringer Entfernung** von einander, so verbunden werden, daß eine äußere Kraft nöthig ist, um sie wieder zu trennen. Hauptsächlich wird dieser Name gebraucht, wenn von gedachten Körpern der eine **flüßig**, der andere **fest** ist, und man sagt alsdann, daß sich der flüßige an den festen anhänge.

So hängt sich das Wasser an den darein getauchten Finger oder an eine Glasröhre an: es bleibt nach dem Herausziehen etwas Wasser an dem eingetauchten Körper hängen. Man sagt im gemeinen Leben, der Finger oder das Glas werde **naß** oder **benetzt**; und das anhängende Wasser geht nicht herab, bis es durch eine äußere Kraft, durch Abreiben, durch die Wirkung der Wärme u. dgl. hinweggenommen, d. i. bis der benetzte Körper durch irgend eine äußere Einwirkung **getrocknet** wird. Alle dergleichen Benetzungen fester Körper mit flüßigen sind Beyspiele der Adhäsion bey einer wirklich vorgegangenen **Berührung**.

Das Wasser und andere Flüßigkeiten ziehen sich aber auch in Schwämmen, Löschpapier u. dgl., die man nur zum Theil eintaucht, nach und nach in die Höhe. Dies sind Beyspiele einer Adhäsion oder eines Anziehens, das auch in einiger, wiewohl sehr geringer, **Entfernung** schon wirksam ist.

Nothwendig müssen die Theilchen einer flüßigen Materie, welche sich an einen festen Körper anhängen, von

dieses Körpers Oberfläche stärker angezogen werden, als sie unter sich selbst zusammenhängen. Denn die anhängenden Theile reissen sich ja von den übrigen los, um an dem Körper zu bleiben, oder sich an ihn zu hängen. Wenn daher die Wirkungen des Anhängens nicht erfolgen, so kann man schließen, daß die Theile der flüßigen Materie unter sich selbst stärker zusammenhängen, als sie von dem festen Körper angezogen werden. So muß der Zusammenhang der Theile des Quecksilbers unter einander selbst, stärker als ihr Anhängen an die Epidermis oder an das Glas seyn; denn der Finger oder die Glasröhre werden vom Quecksilber nicht benetzt, sondern trocken herausgezogen.

Quecksilber benetzt Bley, Gold, Silber und andere Metalle, da es hingegen Eisen, Glas rc. trocken läßt. Wasser hängt sich an die meisten Körper, nur dann nicht, wenn ihre Oberflächen mit Oel und andern fetten Materien, mit Bärlapp oder Hexenmehl (semen lycopodii) rc. bedeckt sind. Schon diese wenigen Beyspiele zeigen, daß sich verschiedene Materien mit verschiedener Stärke anziehen, und daß das Anhängen bisweilen stärker, bisweilen schwächer, als der Zusammenhang der Theile flüßiger Körper unter einander selbst sey. Einige Naturforscher haben hierüber das allgemeine Gesetz annehmen wollen, daß flüßige Massen mit specifisch schwereren festen Massen stärker, mit specifisch leichtern hingegen schwächer, als unter sich, zusammenhängen. Diese Behauptung wird zwar dadurch wahrscheinlich, daß schwere Flüßigkeiten, wie Quecksilber, sich nur an wenige, und an die schwersten festen Körper, leichte hingegen, wie Wasser, sich fast an alle feste Körper, hängen. Es ist aber die Allgemeinheit des Satzes bey weitem noch nicht erwiesen, und die Erfahrung stimmt nicht allezeit mit ihm überein: wenn man auch gleich die nöthige Einschränkung beyfügt, daß man ihn nicht von der specifischen Schwere der ganzen Zusammensetzung, sondern von der Schwere der einzelnen Theile der Körper verstehen müsse. Die einzelnen Theile eines Körpers nemlich können specifisch

schwerer als Wasser seyn, wenn gleich der ganze Körper in seiner Zusammensetzung specifisch leichter, als dasselbe, ist.

Die Ursache der Adhäsion ist wohl ein für uns unerforschliches Geheimniß; ich beziehe mich hierüber gänzlich auf dasjenige, was unter dem Artikel Attraction hievon gesagt wird, und begnüge mich, dasjenige, was hier mit dem Namen Adhäsion bezeichnet wird, als ein unläugbares, durch unzählige Erfahrungen bewiesenes, Phänomen anzusehen.

Die Wirkungen der Adhäsion sind sehr zahlreich. Außer dem Benetzen oder Naßwerden eingetauchter Körper, gehören dahin noch folgende Phänomene.

Flüßige Körper nehmen in Gefäßen aus solchen Materien, welche von ihnen benetzt werden, keine vollkommen horizontale Oberfläche an; sie steigen vielmehr um den Rand der Gefäße herum etwas in die Höhe. In Gefässen hingegen, welche nicht von ihnen benetzt werden, stehen sie am Rande etwas tiefer, als in der Mitte. So hat Wasser im gläsernen Gefäße eine Oberfläche, die in der *Mitte vertieft*, und ringsumher am Rande des Glases *aufwärts gekrümmt* ist: Quecksilber im Glase hingegen zeigt eine in der Mitte erhabne und ringsumher am Rande unterwärts gekrümmte Oberfläche. Leicht auf dem Wasser schwimmende Körper bewegen sich dahin, wo des Wassers Oberfläche am höchsten steht; daher scheinen sie von dem Rande der Gefäße angezogen zu werden.

Tropfen einer flüßigen Materie zerfließen auf den Oberflächen solcher Körper, welche diese flüßige Materie benetzt; sie behalten hingegen ihre Kugelgestalt (welche nur durch das Gewicht der obern Theile des Tropfens ein wenig platt gedrückt wird) auf solchen Körpern, welche von ihnen nicht benetzt werden. So zerfließt Wasser auf Glas, Quecksilber auf Bley; eine platte Kugelgestalt aber behält das erstere auf Hexenmehle, auf polirten Metallflächen, auf den Blättern vieler Gewächse (daher die Thautropfen entstehen), auf fetten Flächen, das leztere auf Glase und den meisten Körpern überhaupt.

Wasser aus einem gläsernen Gefäße gegossen, läuft leicht am äußern Rande des Gefäßes herunter, besonders, wenn man langsam gießt, oder wenn das Gefäß sehr voll ist. Ein ausgeschweifter Rand oder geschneutzter Ausguß verhindert dies, weil er dem auslaufenden Wasser eine Richtung giebt, die es bey geschwindem Gießen schnell vom Glase abführt. Quecksilber hingegen läuft nie am Glase, wohl aber an metallenen Gefäßen herab.

Ein Wassertropfen, der an einem schief gehaltenen Glase auswendig herabrinnt, nimmt eine unregelmäßige Gestalt an, welche den Streit zwischen dem Gewichte, dem Zusammenhange und dem Anhängen seiner Theile an das Glas sehr deutlich zeigt.

Auch beym Durchfließen einer flüßigen Materie durch die engen Zwischenräume der Leinwand, des Löschpapiers u. dgl. muß diese Anziehung zwischen den Theilen beyder Körper das ihrige beytragen. So kan man Quecksilber in einem Beutel von Leinwand oder gar von Flor tragen, ohne daß es durchfließt, da doch das viel leichtere Wasser sogleich durchfließen würde. Durch das weit dichtere Leder läßt sich Queckfilber mit mäßiger Kraft durchdrücken.

In sehr engen Röhren entstehen aus dem Anhängen der flüßigen Materien Wirkungen, welche besonders betrachtet zu werden verdienen. f. **Haarröhren.**

Auch die Luft hängt sich an die meisten festen Körper, und es kostet in solchen Fällen, wo sie hinderlich fällt, z. B. bey der Verfertigung der Barometer, nicht wenig Mühe, die Glasröhren ganz von der an ihnen anhängenden Luft zu befreyen.

**Errleben** Anfangsgr. der Naturlehre. Sechster Abschnitt. §. 180. u. f.

Aeolipile, f. **Windkugel.**

**Aequator,** Gleicher Aequinoctialkreis, Aequator, Circulus aequinoctialis, *Equateur*, heißt am Himmel derjenige größte Kreis der Sphäre, welcher von den Weltpolen überall um 90 Grad entfernt ist, dessen Pole

also die Weltpole selbst sind, so wie seine Axe die Weltaxe selbst ist. Es stehen daher alle durch die Weltpole gehende Kreise (Mittagskreis, Abweichungskreise, Stundenkreise) auf ihm senkrecht, und alle größte Kreise der Sphäre, z. B. Horizont, Ekliptik u. s. w. schneiden sich mit ihm unter gleichen Helften. Die tägliche Bewegung der Gestirne um die Pole geschieht nach der Richtung dieses Kreises, d. i. jedes Gestirn beschreibt aller 24 Stunden einen mit dem Aequator parallel laufenden Tagkreis.

Der Aequator theilt die ganze Himmelskugel in zwo gleiche Helften, die **nördliche** und **südliche Halbkugel** (Hemisphaerium boreale et australe) ein.

Von seinen beyden Durchschnittspunkten mit dem Horizonte fällt dem gegen Mittag gekehrten Zuschauer der eine, der **Morgenpunkt**, zur Linken, der andere, der **Abendpunkt**, zur Rechten. Jederzeit und an allen Orten der Erde ist die eine Helfte des Aequators über, die andere unter dem Horizonte. Wenn also die Sonne in diesen Kreis tritt, so ist an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich; hievon sind seine Benennungen herzuleiten.

Seine beyden Durchschnittspunkte mit der Ekliptik oder jährlichen Sonnenbahn, heißen eben daher die Punkte der **Nachtgleichen**, und insbesondere derjenige, in welchen die Sonne jährlich um den 21 März tritt, der **Frühlingspunkt**, der andere, welchen die Sonne jährlich um den 21 Sept. erreicht, der **Herbstpunkt**.

Der Aequator ist für die Sternkunde von der größten Wichtigkeit. Schon in den ältesten Zeiten hat man ihn gebraucht, um die Lagen der Gestirne gegen ihn zu bestimmen. In dieser Absicht theilt man ihn jetzt, wie jeden andern Kreis, in 360 Grade, und diese ferner in Minuten, Secunden u. s. f. Man fängt diese Theile vom Frühlingspunkte (der daher des Aequators Anfangspunkt ist) morgenwärts zu zählen an. Nach solchen Graden und ihren Theilen werden die geraden Aufsteigungen der Gestirne angegeben, s. Aufsteigung, gerade.

Auch bedient man sich dieses Kreises sehr vortheilhaft zum Maaße der Zeit. Da die tägliche Bewegung

mit vollkommen gleichförmiger Geschwindigkeit erfolgt, so schieben sich in gleichen Zeiten gleich große Bogen des Aequators durch den Mittagskreis. Da nun alle 360° zu diesem Durchschieben 24 Stunden brauchen, so gehen 15° des Aequators in 1 Stunde, 1° in $\frac{1}{15}$ Stunde oder in 4 Minuten, 1' des Aequators in 4 Secunden u. s. f. hindurch. Sind also z. B. in der Zwischenzeit zwischen zween Augenblicken 4 Grade des Aequators durch den Mittagskreis gegangen, so schließt man nach der Regel de Tri

1 Grad : 4 Min. Zeit = 4 Grad : 16 Min. Zeit,

und findet diese Zwischenzeit 16 Minuten. Die auf diese Art bestimmte Zeit ist Sternzeit oder Zeit der ersten Bewegung, s. Sternzeit. Umgekehrt kan man auch leicht berechnen, wie viel Grade, Minuten u. s. w. des Aequators in jeder gegebnen Zeit durch den Mittagskreis gehen. Man nennt dieses: Sternzeit in Bogen des Aequators, und Bogen des Aequators in Sternzeit verwandeln. Da das Verhältniß der Sternzeit zur mittlern Sonnenzeit gegeben ist, s. Sonnenzeit, so läßt sich auch für mittlere Sonnenzeit diese Verwandlung leicht bewerkstelligen. Die Sammlungen astronomischer Tafeln enthalten Tabellen, welche zur Erleichterung solcher Verwandlungen dienen.

**Aequator der Erde**, die Linie, Aequinoctiallinie, Aequator telluris, Linea aequinoctialis, *Equateur de la terre, la Ligne, Ligne équinoxiale,* heißt auf der Erdkugel derjenige größte Kreis, welcher von den Polen der Erde überall 90° weit absteht, mithin die Pole der Erde selbst zu seinen Polen, und die Erdaxe zu seiner Axe hat. Alle Mittagskreise stehen, weil sie durch die Pole gehen, auf ihm senkrecht. Die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe erfolgt nach seiner Richtung, d. i. jeder Ort der Erde beschreibt aller 24 Stunden einen mit dem Aequator parallel laufenden Kreis von Abend gegen Morgen.

Auf der Erdfläche durchschneidet dieser Kreis Afrika, geht unter Asien hinweg durch die Inseln Sumatra, Borneo, Celebes und Gilolo, erstreckt sich hierauf weit durch

die Südsee, erreicht und durchschneidet Amerika in der südlichen Helfte an der Grenze von Terraferma, und läuft dann durch das große Weltmeer wieder bis an Afrika. Alle Orte, die er durchschneidet, haben den Aequator des Himmels über ihrem Scheitel, und sehen daher die Sonne jährlich zweymal (um den 21 März und 21 Sept.) im Mittage über ihrem Haupte stehen. Auch ist bey ihnen das ganze Jahr hindurch Tag und Nacht gleich, s. Sphäre, welcher Umstand die Benennung dieses Kreises veranlasset hat. Den Namen der Linie pflegen ihm die Schiffer zu geben.

Er theilt die Erde in die nördliche und südliche Halbkugel (Hemisphaerium boreale et australe) ein.

Die Geographen zählen von ihm aus die Breiten der Orte, s. Breite, geographische, theilen ihn, wie jeden Kreis, in 360 Grade, und geben in solchen Graden die Unterschiede oder Abstände der Mittagskreise von einander an, s. Mittagskreise der Erde. Will man die Grade des Aequators der Erde von einem bestimmten Anfangspunkte aus zählen, so ist die Wahl dieses Punktes willkührlich, daher ihn verschiedene Geographen an verschiedene Orte setzen. Ist aber dieser Punkt gewählt, so heißt der durch ihn und beyde Pole gehende Kreis der erste Mittagskreis, und man zählt alsdann von demselben aus die Grade des Aequators von Abend gegen Morgen.

**Aequatorhöhe**, Elevatio aequatoris, *Hauteur meridienne de l'équateur.* So heißt der Bogen, um welchen der im Mittagskreise stehende Punkt des Aequators über den Horizont erhaben ist. Wenn Taf. I. Fig. 5. HOR den Horizont des Orts, P, p die beyden Pole, PAHpRP den Mittagskreis, AOQ den Aequator vorstellt, so ist der Bogen AH die Aequatorhöhe. Dieser Bogen mißt nach den Sätzen der Sphärik den Winkel, welchen die Ebne des Aequators mit der Horizontalebne macht, oder den Winkel AOH, unter welchem der Aequator über den Horizont hervorsteigt. Weil

$$\begin{array}{lcl} HAPR = HA + AP + PR & = & 180^\circ \\ AP & = & 90^\circ \\ \hline \text{so ist } HA + PR & = & 90^\circ \end{array}$$

oder die Aequatorhöhe macht mit der Polhöhe des Orts jederzeit eine Summe von 90° aus. Kennt man daher die Polhöhe eines Orts, s. Polhöhe, so giebt sie, von 90° abgezogen, desselben Orts Aequatorhöhe. Z. B.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 90° | = 89° | 59′ | 60″ |
| Polhöhe von Leipzig | = | 51 | 19 | 41 |
| Aequatorhöhe in Leipzig | = | 38 | 40 | 19 |

Aequinoctialkreis, s. Aequator.

Aequinoctiallinie, s. Aequator der Erde.

**Aequinoctialpunkte,** Punkte der Nachtgleichen, Puncta aequinoctiorum, *points équinoxiaux*, sind die beyden Durchschnittspunkte des Aequators mit der Ekliptik oder jährlichen Sonnenbahn, welche, wie alle Durchschnittspunkte zweener größten Kreise, einander dem Durchmesser nach entgegenstehen, oder um 180° von einander entfernt sind. Wenn die Sonne bey ihrem scheinbaren jährlichen Umlaufe diese Punkte erreicht, und also in den Aequator kömmt, so ist an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich, s. Aequator, woher auch der Name dieser Punkte kömmt. Derjenige, welchen die Sonne um den 21 März erreicht, wird der Frühlingspunkt, oder der erste Punkt des Widders (0° ♈), der, in welchen sie um den 21 Sept. tritt, der Herbstpunkt, der erste Punkt der Wage (0° ♎) genennt. s. Frühlingspunkt, Herbstpunkt.

Aequinoctium, s. Nachtgleiche.

**Aerometrie,** Aërometrie, *Aërometrie*. So heißt die mathematische Betrachtung der Eigenschaften der Luft, z. B. ihrer Schwere, Elasticität, Temperatur, Feuchtigkeit u. s. w. Der Freyherr von Wolf hat zuerst verschiedene schon vor ihm angestellte mathematische Untersuchungen über die Eigenschaften der Luft, nebst seinen eignen,

gesammelt, und im Jahre 1709 zu Leipzig unter dem Titel: Elementa Aërometriae, herausgegeben. Seitdem ist es gewöhnlich geworden, diese Wissenschaft als einen besondern Theil der angewandten Mathematik anzusehen, und man hat ihr nach der Zeit mehrere wichtige Erweiterungen und Zusätze beygefügt. Denn

1) sind die Werkzeuge, wodurch sich die Eigenschaften der Luft wahrnehmen und zum Theil abmessen lassen, seit des Herrn v. Wolf Zeiten ungemein verbessert worden, wovon man die Artikel: Luftpumpe, Barometer, Thermometer, Hygrometer u. a. nachsehen kan.

2) ist die Theorie der Höhenmessungen mit dem Barometer seitdem weit mehr bearbeitet und berichtiget worden, s. Höhenmessungen, barometrische.

3) hat man in neuern Zeiten außer der atmosphärischen Luft viele andere elastische flüßige Materien kennen gelernt, die in Absicht auf Druck, Elasticität u. s. f. auf ähnliche Art wirken. s. Gas. Daher lassen sich jezt die Untersuchungen der Aerometrie auf alle elastische flüßige Materien überhaupt anwenden, und man muß unter dem Namen der Luft oft alle diese Luftgattungen oder Gasarten verstehen, so wie in der Hydrostatik, Hydraulik rc. der Name Wasser alle flüßige Materien bedeutet.

4) Die ganz neue Erfindung der Aerostaten oder Luftbälle, wovon der nächstfolgende Artikel mehrere Nachricht giebt, hat einen neuen Abschnitt der Aerometrie veranlasset, welchem man den Namen der Aerostatik beygelegt hat. Dieser Name ist zwar nicht ganz schicklich, da Aerostatik eigentlich die Lehre vom Gleichgewicht der Luft mit sich selbst und mit fremden Körpern bedeutet; er scheint aber bereits angenommen zu seyn. s. Aerostatik.

5) Da die vom Herrn von Wolf gesammelten Untersuchungen größtentheils blos statisch waren, oder den Zustand des Gleichgewichts betrafen, so hat man seitdem auch die Bewegung elastischer flüßigen Materien in Betrachtung gezogen, und den Untersuchungen darüber den Namen der Pneumatik gegeben. So, wie Anwendungen der höhern Mathematik auf die Lehre von Druck und

Bewegung fester und flüßiger Körper die Namen der Dynamik und Hydrodynamik führen, so könnte man den aerometrischen und pnevmatischen Untersuchungen, welche Anwendungen der höhern Mathematik erfordern, den Namen der Aerodynamik beylegen. s. Pnevmatik.

**Aerostat,** aerostatische **Maschine, Montgolfiere, Luftball,** Machina aërostatica, *Aërostat, Machine ou Ballon aërostatique, Montgolfiere.* Eine Maschine, welche in der uns umgebenden Luft von selbst aufsteigt, auch wohl Menschen und beträchtliche Lasten mit sich erhebt. Die Erfindung dieser Maschinen ist unstreitig eine der größten Entdeckungen der neuern Zeit; da es mit den Naturgesetzen zu streiten scheint, daß eine Last in freyer Luft nicht allein schweben, sondern sogar emporsteigen solle, so ist die Bewerkstelligung dieser für unmöglich gehaltenen Sache für den Unerfahrnen eben so erstaunenswürdig, als sie für den Kenner wichtig ist.

Versuche, zu fliegen, mögen schon in den ältesten Zeiten gemacht worden seyn; vielleicht hat die Fabel vom Dädalus und Icarus auf etwas ähnliches Beziehung. Gellius (Noctes atticae, L. X. c. 12.) erzählt, Archytas von Tarent habe eine fliegende Taube von Holz verfertigt, welche durch mechanische Kräfte und einen eingeschlossenen Hauch (aura spiritus inclusa) belebt worden sey. Man hat dies für eingeschlossene Luft erklären, und schon die ganze Methode der Neuern darinn finden wollen, ohne zu bedenken, wie groß diese hölzerne Taube ausfallen mußte, wenn sie von einer eingeschlossenen leichten Luftgattung gehoben werden sollte. Mehrere dergleichen Erzählungen und Vorschläge zu Flugmaschinen aus ältern und neuern Zeiten hat Herr von Murr (Auszug aus des Faujas de St. Fond Beschreibung der aerostat. Vers. Nürnb. 1784. 8.) sehr vollständig gesammelt. Unter den von ihm angeführten Vorschlägen sind die des Franz Lana oder de Lanis (Prodromo dell' arte maestra. Brescia 1670. fol.) und des P. Galien (L' art de naviger dans les airs. Avignon 1755. 12.) die merkwür-

digsten. Der Erstere wollte ein Luftschiff durch luftleere kupferne Kugeln heben, der Zweyte träumte sich eine Maschine von der Größe der Stadt Avignon, aus Leinwand mit Wachs und Theer bestrichen, welche mit leichterer Luft aus den höhern Regionen der Atmosphäre, woraus der Hagel herabkömmt, angefüllt werden sollte. Es bedarf nur geringer Einsicht in die Gründe der Naturlehre, um die Unmöglichkeit des ersten Vorschlags einzusehen, und mit dem zweyten scheint es seinem Urheber kein Ernst gewesen zu seyn. Inzwischen beruhen doch beyde auf dem sehr richtigen Grundsatze, daß ein Körper in der Luft aufsteigen müsse, wenn er leichter ist, als die Luft, die mit ihm einen gleichen Raum einnimmt, und daß es daher blos einer großen specifischen Leichtigkeit des Ganzen und einer für die Luft undurchdringlichen Hülle bedürfe. Diese Leichtigkeit suchte Lana durch luftleeren Raum zu verschaffen, und mußte daher eine Hülle von Kupfer wählen, welche dem Drucke der äußern Luft zu widerstehen vermögend war; diese Hülle wird entweder zu schwer, oder sie muß so dünn seyn, daß dadurch die Möglichkeit der Ausführung ganz aufgehoben wird; Galien war in der Wahl der Hülle glücklicher, und hätte er statt seiner obern Luft aus den Regionen des Hagels, eine durch Feuer verdünnte Luft gewählt, so wäre seinen Nachfolgern nichts, als die Ausführung, übriggeblieben.

Nachdem Cavendish um das Jahr 1766 die große Leichtigkeit der brennbaren Luft entdeckt hatte (s. Gas, brennbares), kam D. Black in Edinburgh ein oder zwey Jahre darauf zuerst auf den Gedanken, daß eine dünne Blase, mit solcher Luft gefüllt, in der Atmosphäre aufsteigen würde, ohne jedoch Versuche darüber anzustellen. Cavallo, der diesen Gedanken ebenfalls gehabt hatte, fieng im Jahre 1782 eine Reihe von Versuchen hierüber an, fand aber das Papier, in welches er die brennbare Luft einschließen wollte, zu durchdringlich, die Schweinsblasen hingegen zu schwer. Das Einzige, was ihm gelang, war, Seifenblasen mit brennbarer Luft gefüllt hervorzubringen, welche aufsteigen und an der Decke des

Zimmers zerplatzten. (s. The history and practice of aërostation by *Tiberius Cavallo*. London 1785. gr. 8. p. 34. Geschichte und Praxis der Aerostatik von Tib. Cavallo. Leipzig 1786. 8. S. 24 u. f.) Eben dergleichen Seifenblasen sind auch im Jahre 1782 in Göttingen von Herrn Lichtenberg gemacht worden, und wahrscheinlich die ersten sichtbar in der Luft aufsteigenden Körper gewesen, welche die menschliche Kunst hervorgebracht hat.

Die große Erfindung der aerostatischen Maschinen ward in August 1782 von zween Brüdern, **Stephan** und **Joseph Montgolfier**, Papierfabrikanten zu Annonay in Vivarais, Männern von Genie und eifrigen Liebhabern der Naturlehre, gemacht. Nach der Erzählung des jüngern Bruders (Discours lû à l'acad. des Sc. de Lyon. Nov. 1783.) versuchten sie anfänglich, wie Cavallo, Säcke von Papier mit brennbarer Luft zu füllen; kamen aber nachher durch das Beyspiel der in der Luft schwebenden Wolken auf die Idee, eine durch Kunst erzeugte Wolke in eine undurchdringliche Hülle einzuschliessen, woben sie auch den Gedanken mit einmischten, daß die Leichtigkeit dieser Wolke durch die Elektricität werde befördert werden können. Es gelang dem ältern Montgolfier, im November 1782 zu Avignon, ein hohles Parallelepipedum von Taffet, von 40 Cubikschuh Inhalt, nachdem es inwendig durch brennendes Papier erhitzt worden war, an die Decke des Zimmers steigen zu sehen. Kurz darauf wiederholten beyde Brüder diesen Versuch zu Annonay, und sahen das Parallelepipedum in freyer Luft eine Höhe von 70 Schuhen erreichen. Eine noch größere Maschine von 650 Cubikschuh Inhalt stieg mit gleichem Erfolg; sie beschlossen daher, den Versuch noch mehr ins Große zu treiben, verfertigten eine Maschine von Leinwand, welche 35 Schuh im Durchmesser hielt, 450 Pfund wog, und noch über 400 Pfund Last mit sich aufhob, und ließen dieselbe nach einigen schon vorhergegangenen Versuchen am 5ten Junius 1783 zu Annonay in Gegenwart der Stände von Vivarais in die Luft steigen, in welcher sie in weniger als zehn Minuten eine Höhe von

1000 Toisen erreichte, und 7200 Schuh weit von dem Orte des Aufsteigens niederfiel.

Diesen Nachrichten zufolge hat man die Erfindung der aerostatischen Maschinen nicht dem Zufalle, sondern dem Nachdenken und wiederholten Bemühungen zu danken. Dennoch scheinen die Erfinder selbst von der Ursache des Aufsteigens ihrer Maschinen nicht ganz richtige Begriffe gehabt zu haben. Das Mittel, dessen sie sich bedienten, war, daß sie unter der Oefnung des ganz zusammengefalteten leinenen Sackes ein Strohfeuer anzündeten, und von Zeit zu Zeit etwas gekrempelte Wolle in dasselbe warfen. Dadurch entfaltete sich der Sack, schwoll auf, und stieg endlich in der Luft empor. Die Erfinder schrieben dieses Aufsteigen nicht der wahren Ursache zu, welche darinn besteht, daß der Sack mit erhitzter oder durchs Feuer verdünnter Luft angefüllt wird; sie glaubten vielmehr, es werde durch die Verbrennung des Strohes und der Wolle ein eignes Gas entbunden, welches leichter, als die atmosphärische Luft sey, und dem schon in einigen Schriften der Name Montgolfiersches Gas beygelegt ward. Dieses, so wie die Idee einer künstlichen Wolke, und der Vorschlag, die Elektricität dabey zu gebrauchen, zeigt, daß die Erfindung wenigstens auf einem sehr indirecten Wege gemacht worden sey.

Der Ruf von dieser erstaunenswürdigen Entdeckung verbreitete sich bald; weil aber die Mittel, deren sich die Montgolfiers bedienten, nicht sogleich bekannt wurden, so fielen die Pariser Naturforscher auf die Vermuthung, der Versuch zu Annonay werde sich vermittelst der brennbaren Luft nachahmen lassen. Charles, Professor der Physik zu Paris, verfertigte mit Hülfe der Gebrüder Robert, zweener geschickten Mechaniker, eine Kugel von Taffet mit Firniß von elastischem Harz überzogen, welche mit brennbarer Luft aus Eisen und Vitriolöl gefüllt und den 27 August 1783 im Champ de Mars in die Luft aufgelassen wurde. Ihr Durchmesser war 12 Fuß 2 Zoll; sie wog 25 Pfund, stieg in zwo Minuten auf eine Höhe von 488 Toisen, verschwand in den Wolken, und fiel nach

dreyen Viertelstunden bey dem Dorfe Gonesse, 5 Stunden weit von Paris, sehr sanft nieder.

So theilten sich die aerostatischen Maschinen gleich bey ihrer Erfindung in zwo Classen, diejenigen nemlich, welche nach der Art der Montgolfiers mit erhitzter oder verdünnter Luft, und die, welche nach Charles Beyspiele mit brennbarer Luft gefüllt werden.

Der jüngere Montgolfier kam um diese Zeit nach Paris, und stellte daselbst einige Versuche mit Maschinen an, welche durch Hülfe des Feuers gefüllt wurden. Der merkwürdigste darunter ist der zu Versailles am 19 Sept. 1783 vor dem Könige von Frankreich angestellte, bey welchem ein Sphäroid von Leinwand, 57 Fuß hoch und 41 breit, dessen Inhalt 37500 Cubikschuh betrug, durch Verbrennung von 80 Pfund Stroh und 5 Pfund Wolle aufgeschwellt und auf eine Höhe von 240 Toisen erhoben wurde. Dieser Ball, der mit den daran befestigten Stricken und dem Kesich (worinn sich ein Hammel, eine Ente und ein Hahn befand) 900 Pfund wog, erhielt sich 8 Minuten lang in der Luft, und fiel bey Vaucresson, 1700 Toisen weit von dem Orte des Aufsteigens, so sanft nieder, daß die Thiere dadurch nicht im Geringsten beschädiget wurden. Dieser Versuch zeigt deutlich, daß das, was die aerostatische Maschine hebt, kein aus den verbrannten Materien entbundenes Gas seyn könne. Die Montgolfiers glaubten bey ihren Versuchen das, was die Maschine ausfüllte, etwa halb so schwer als die atmosphärische Luft gefunden zu haben. Da ein Sphäroid von 37500 Cubikschuh Inhalt ohngefähr 3192 Pfund atmosphärische Luft enthalten kan, so muß die darinn beym Versuch enthaltene Materie halb so viel, d. i. 1596 Pfund gewogen haben. Nun ist es physisch unmöglich, daß 85 Pfund verbrannte Materialien mehr als 85 Pfund Gas oder Dämpfe erzeugen können, woraus sogleich zu übersehen ist, daß wenigstens 1511 Pfund atmosphärische Luft in der Höhlung des Sphäroids seyn mußten, welches auch daraus erhellt, weil der durchs Feuer entstehende Luftzug eben dasjenige ist, was

die Maschine aufschwellet. Da nun eine Luftmasse von 1511 Pfund im gewöhnlichen Zustande ohngefähr 18000 Cubikfuß Raum einnimmt, hier aber mit den 85 Pfund Gas (wenn auch diese vorhanden gewesen wären) 37500 Cubikschuh ausfüllte, so zeigt sich deutlich, daß diese Ausdehnung oder Verdünnung der Luft durch die Hitze allein im Stande sey, die verlangte Wirkung hervorzubringen, ohne daß man zu einem vermeynten Gas seine Zuflucht nehmen darf, dessen Quantität viel zu unbeträchtlich seyn würde, um etwas ähnliches zu bewirken. Ueberdieß müßte eine mit Gas gefüllte Maschine verschlossen seyn, und nicht, wie die Montgolfierische, offen bleiben.

Montgolfier fand in Paris einen unermüdeten Gehülfen an Herrn Pilatre de Rozier, Vorsteher des Museum, welcher es am 15 October 1783 zum Erstenmale wagte, auf einer von Montgolfier verfertigten 74 Schuh hohen, 48 Schuh breiten, und mit einer Gallerie und Glutpfanne zu beständiger Unterhaltung des Feuers versehenen Maschine, 84 Schuh hoch vom Boden aufzusteigen, und 4½ Minuten lang in der Höhe zu bleiben, wobey er jedoch die Maschine an Stricken halten ließ. Dieser Versuch wurde in den folgenden Tagen mit dem glücklichsten Erfolge wiederholt, und durch diese Proben ermuntert, wagten Pilatre de Rozier und der Marquis d' Arlandes am 21 Nov. 1783 auf eben derselben Maschine die erste Luftreise. Diese kühnen Luftfahrer stiegen um 1 Uhr 54 Minuten, nachdem die Maschine in acht Minuten aufgeschwellt worden war, im Schlosse la Muette in die Höhe, blieben 25 Minuten in der Luft, wurden vom Winde über einen Theil der Stadt und über die Seine getrieben und kamen, nachdem sie durch geschickte Behandlung des Feuers den Gegenständen, an die sie stoßen konnten, durch Hebung und Herablassung der Maschine ausgewichen waren, auf 5000 Toisen weit von la Muette, unbeschädigt wieder herab. Ihre Maschine faßte 60000 Cubikschuh Raum; und die Last, welche sie mit sich aufzog, betrug 1600 — 1700 Pfund.

Die Herren Charles und Robert, welche als Erfinder der Aerostaten mit brennbarer Luft mit den Montgolfiers wetteiferten, veranstalteten am 1. Dec. 1783 eine zweyte Luftreise. Charles und der eine Robert stiegen aus den Thuillerien um 1 Uhr 40 Min. in einer Art von Triumphwagen auf, welcher mit Stricken an einer 26 Schuh im Durchmesser haltenden und mit brennbarer Luft gefüllten Kugel von Taffet hieng. Sie giengen in einer Höhe von 250 — 300 Toisen über zwo Stunden lang fort, und ließen sich endlich in der Pläne bey Nesle, welche 9 Stunden weit von Paris abliegt, nieder, wo Robert ausstieg, der um 130 Pfund dadurch erleichterte Ball aber mit Charles allein sich wieder auf eine dem Aetna gleiche Höhe von 1500 Toisen aufschwang, noch 35 Minuten in der Luft verweilte, und endlich bey dem Gehölze von Tour du Lay ohne Beschädigung des Luftfahrers herab kam.

Seitdem haben sich die Versuche mit aerostatischen Maschinen und die auf denselben unternommenen Luftreisen so vervielfältiget, daß man bis zum März 1785 bereits 35 Luftreisen und 58 verschiedene Personen zählen konnte, die sich in die sonst unzugänglichen Regionen der Atmosphäre gewagt hatten. Die umständlichere Geschichte ihrer Versuche findet man in der am Ende dieses Artikels angeführten deutschen Uebersetzung des Faujas de St. Fond zusammengetragen. Hier kan ich nur noch das Merkwürdigste aus der Geschichte dieser Versuche mit wenigen Worten anführen.

Pilatre de Rozier gieng bald nach seiner ersten Luftreise zu dem ältern Montgolfier nach Lyon, um daselbst mit ihm eine große aerostatische Maschine von 102 Schuh Durchmesser und 126 Schuh Höhe zu besteigen. Der Versuch mit dieser ungeheuren Kugel gelang zwar am 19 Jan. 1784, da sie mit sieben Personen belastet auf 500 Toisen hoch in die Luft aufstieg; sie bekam aber 15 Min. nach ihrem Abgange einen Riß, und sank zu Boden. Pilatre stieg am 23 Jun. 1784. nochmals in Gegenwart des Königs von Schweden zu Versailles in die Luft, kam

aber in der Folge auf den Gedanken, eine Ueberfahrt über den Canal von der französischen Küste aus zu wagen. Blanchard kam ihm in dieser Ueberfahrt zuvor; sein unglückliches Schicksal aber wollte, daß er dennoch auf seinem Entschlusse beharrete, wobey er endlich nebst seinem Gefährten Romain nach langem Warten auf günstigen Wind und nach vielen seiner Maschine zugestoßenen Unfällen, am 15 Jun. 1785 nicht weit von Boulogne aus der Luft herabstürzte, und durch den Fall zerschmettert ward.

Glücklicher war der eben genannte Blanchard. Dieser hatte schon längst vor der Erfindung der aerostatischen Maschinen durch mechanische Mittel vergeblich zu fliegen versucht; jetzt aber machte es ihm diese Erfindung erst möglich, seinen Zweck zu erreichen. Er stieg auf Aerostaten mit brennbarer Luft verschiedenemal zu Paris und Rouen auf, suchte die Lenkung der Aerostaten durch Flügel oder Ruder zu bewirken, gieng hierauf nach England, und wagte daselbst, nach vorher angestellten andern Versuchen, am 7 Jan. 1785 mit dem D. Jefferies aus Amerika das kühne Unternehmen einer Ueberfahrt über den Canal, die er auch in einer Zeit von 2 St. 32 Min. glücklich vollendete. Er ist seitdem in Deutschland herumgezogen, und hat an verschiedenen Orten Luftreisen angestellt, die jedoch mehr öffentliche Schauspiele als Versuche zu Erweiterung der Wissenschaft genannt zu werden verdienen.

Die Gebrüder Robert sind noch zweymal, am 15 Jul. 1784 mit dem Duc de Chartres, und am 19 Sept. mit einem ihrer Verwandten durch die Luft gereiset. Diese letzte Reise ist unter allen die längste. Sie dauerte 6 St. 42 Min. und gieng von Paris bis Beuvry in der Grafschaft Artois, welches einen Weg von 50 Stunden ausmacht. Sie bedienten sich dazu eines cylindrisch gestalteten Aerostaten mit brennbarer Luft, und behaupten, durch den Gebrauch ihrer Ruder 22 Grad Abweichung vom Winde erhalten zu haben.

In England blieb man eine Zeitlang gleichgültig gegen diese aus Frankreich gekommene Erfindung. Obgleich schon im Nov. 1783 der Graf Zambeccari, ein Italiä-

ner, eine Kugel von geölter Seide von 10 Fuß Durchmesser in London hatte steigen lassen, so erfolgte doch daselbst die erste, gleichfalls von einem Italiäner Lunardi unternommene, Luftreise erst den 15 Sept. 1784. Mit desto mehr Theilnehmung sahe man nachher die Versuche, welche Blanchard in London, Sadler in Oxford, Harper in Birmingham u. a. anstellten.

In Absicht auf die willkührliche Lenkung der Luftmaschinen sind den öffentlichen Nachrichten (Journ. de Paris vom 29 Aug. 1785) zufolge die Herren Vallet und Alban, Directoren der chymischen Officin zu Javelle bey Paris, glücklicher, als alle ihre Vorgänger, gewesen. Sie haben den 25 Aug. 1785 eine Luftreise nach vorherbestimmten Richtungen gemacht, ihr Luftschif nach Gefallen an dem dazu ausgezeichneten Orte niedergelassen; sie sind früh von Javelle nach St. Cloud, und Abends wiederum nach Javelle zurückgegangen.

Der Name Aerostat ist diesen Maschinen zum Erstenmale von le Roy in dem Berichte der Commissarien der Pariser Akademie der Wissenschaften vom 23 Dec. 1783 beygelegt worden.

Nach dieser kurzen Darstellung der Geschichte und der bisherigen Fortschritte dieser Erfindung will ich nun von der Theorie und Praxis derselben noch einige Nachricht geben.

Die Hydrostatik oder allgemeine Theorie des Gleichgewichts flüßiger Körper lehrt, daß feste Körper in einem flüßigen Mittel so viel von ihrem Gewichte verlieren, als die von ihnen aus der Stelle getriebne flüßige Materie wiegt; daß sie also nicht nur alles Gewicht verlieren, sondern sogar emporgetrieben werden, wenn das, was sie verlieren, mehr ist, als das, was sie wiegen. Feste Körper müssen also auch in der Luft aufsteigen, wenn sie weniger wiegen, als die Luft, welche von ihnen aus der Stelle getrieben wird. Für sich allein wiegen alle bekannte feste Körper mehr, als die Luft, deren Raum sie einnehmen; sie müssen daher, um in der Luft aufzusteigen, hohl und mit etwas angefüllt seyn, das leichter, als Luft, ist. Alles kömmt hiebey auf die Wahl ei-

nes schicklichen festen Körpers und einer sehr leichten flüßigen Materie an. Zum festen Körper wird man natürlich eine weiche biegsame Hülle wählen, z. B. Goldschlägerhaut, Leinwand, Taffet und dergleichen; harte unbiegsame Gefäße, wie die kupfernen Kugeln des *Lana*, würden zu schwer seyn, auch würde sich die gemeine Luft, wenn man an ihre Stelle etwas leichteres setzen wollte, nicht wohl heraus bringen lassen. In einer biegsamen Hülle aber muß die eingeschlossene flüßige Materie eine gleiche absolute Elasticität mit der äußern Luft haben, weil sonst der Druck der letztern den biegsamen Körper zusammen drücken, und das darinn enthaltene heraustreiben würde. Daher muß man eine solche flüßige Materie wählen, welche bey einer geringern Schwere oder Dichte dennoch gleiche absolute Elasticität mit der gemeinen Luft hat, d. i. eine Materie von grösserer specifischer **Elasticität**, s. **Elasticität**. Es muß also eine elastische flüßige Materie, ein Gas, eine Luftgattung seyn, welche leichter, als die atmosphärische Luft, ist.

Erhitzte Luft sowohl, als brennbares Gas besitzen diese Eigenschaft. Von der Wärme wird die Luft in *einen größern Raum* ausgedehnt, d. h. specifisch elastischer gemacht; man kan den Versuchen zufolge annehmen, daß eine Hitze von 160 Graden des Fahrenheitischen Thermometers sie um ein Drittel ihres gewöhnlichen Volumens ausdehne. Das brennbare Gas ist, mit vorzüglicher Sorgfalt bereitet und gereiniget, auf 13mal leichter, als die gemeine Luft; wird es aber nach den gemeinen Methoden bereitet, so kan man es nur 5 — 7 mal leichter annehmen. Beyde Materien werden also geschickt seyn, Hüllen, welche in der Atmosphäre aufsteigen sollen, damit anzufüllen.

Jeder Körper verliert in der Luft soviel von seinem Gewichte, als die Luft wiegt, die er aus der Stelle treibt. Nennt man nun den Raum, den er einnimmt, in Cubikschuhen ausgedrückt, $= c$, und das Gewicht eines Cubikschuhes Luft $= a$, so ist dieser Verlust $= ac$.

Mit ihm aber wiegt zugleich die in ihm enthaltene Materie, deren Gewicht (das Gewicht eines Cubikschuhes da-

von $=$ b gesetzt) $=$ bc ist. Das Gewicht des Körpers selbst, die daran gehangene Last mit eingerechnet, sey $=$ p; so ist die Summe alles dessen, was mit ihm wiegt $=$ bc $+$ p.

Ist daher ac grösser als bc $+$ p, so ist klar, daß der Körper nicht allein sein ganzes Gewicht verliert, sondern auch noch mit dem Ueberschusse des ac über bc $+$ p in die Höhe getrieben wird. Dieser Ueberschuß oder diese Kraft, mit der er aufwärts getrieben wird, heisse k, so ist

$$k = ac - (bc + p) = c(a - b) - p; \text{ auch } p + k = c(a - b).$$

Bey der am 1. Dec. 1783 in den Thuillerien aufgestiegenen Maschine betrug der körperliche Raum c $=$ 100000 Cubikschuh; rechnet man nun das Gewicht eines Cubikschuhes gemeiner Luft 604 Gran oder $\frac{8}{1000}$ Pfund, so ist ac $=$ 800 Pfund. Weil aber der Ball nicht ganz aufgeblasen, sondern ungefähr $\frac{1}{28}$ davon leer gelassen ward, so darf man nach Abrechnung des 28sten Theils ac nur $=$ $771\frac{1}{2}$ Pf. setzen.

Da sich die hier gebrauchte brennbare Luft ohngefähr $5\frac{1}{4}$ mahl leichter, als die gemeine, annehmen läßt, so wird

$$bc = \frac{771\frac{1}{2}}{5\frac{1}{4}} = 147 \text{ Pfund.}$$

Das Gewicht der Maschine, des Wagens, der beyden Personen, des Ballasts u. s. w. p war $=$ $604\frac{1}{2}$ Pf. Also bc $+$ p $= 147 + 604\frac{1}{2} = 751\frac{1}{2}$ Pf.

Folglich k, die Kraft, mit welcher sich die Maschine hob $= 771\frac{1}{2} - 751\frac{1}{2} = 20$ Pfund.

Man wird aus dieser Berechnung deutlich sehen, warum diese Kugel steigen mußte. Sie wog mit aller daranhangenden Last nur $751\frac{1}{2}$ Pf., und ward doch von der äußern Luft mit $771\frac{1}{2}$ Pf. Kraft gehoben. Zugleich wird dieses Beyspiel zeigen, wie man sich bey andern ähnlichen Berechnungen zu verhalten habe.

Soll eine solche Maschine nicht steigen, sondern nur gerade schweben, so muß k $=$ o, also c (a $-$ b) $=$ p seyn, woraus $c = \frac{p}{a - b}$ folgt. Nun heisse die Oberflä-

che der Hülle in Quadratschuhen ausgedrückt = s; der das Gewicht eines Quadratschuhes von dem zur Hülle gebrauchten Zeuge aber = q, und man nehme an, diese schwebende Maschine solle keine weitere Last tragen, sondern nur sich selbst halten; so ist die ganze Last p = sq; also $c = \frac{sq}{a-b}$, und $\frac{c}{s} = \frac{q}{a-b}$, auch $\frac{6c}{s} = \frac{6q}{a-b}$.

Weil aber $\frac{6c}{s}$ oder der sechsfache körperliche Raum durch die Oberfläche dividirt, für eine Kugel den Durchmesser, für einen Würfel die Seite giebt, so muß der Durchmesser einer Kugel oder die Seite eines Würfels von einem gegebnen Stoffe, wenn der Körper ohne angehängene Last gerade schweben soll, $= \frac{6q}{a-b}$ seyen. Oder, um den Durchmesser der kleinsten möglichen Kugel von einem gegebnen Zeuge zu finden, welche mit erhitzter oder brennbarer Luft gefüllt, gerade schweben würde, dividire man das sechsfache Gewicht eines Quadratschuhes von dem gegebnen Zeuge durch den Unterschied zwischen den Gewichten eines Cubikschuhes gemeiner und eines Cubikschuhes erhitzter oder brennbarer Luft. Diese Bestimmung des Minimum, das sich bey den aerostatischen Maschinen erreichen läßt, hat Hr. Lichtenberg (Göttingisches Magazin, 3ter Jahrg. 5 Stück) angegeben, und darnach folgende Tafel berechnet.

Die Seite des kleinsten mit brennbarer Luft gefüllten schwebenden Würfels (oder auch, der Durchmesser der kleinsten Kugel)

| | Fuß | Zoll | Lin. |
|---|---|---|---|
| aus englischem Seidenpapier wäre | 0 | 5 | 0 |
| — gemeinem Postpapier | — | 9 | 2 |
| — französischem Zeichenpapier | 1 | 11 | 11 |
| — Knittergold | 2 | 0 | 10 |
| — englischem Wachstaffet | 3 | 0 | 4 |
| — Kartenpapier | 4 | 1 | 6 |
| — verzinntem Eisenblech | 50 | 6 | 7 |

Werden die Durchmesser größer genommen, so müssen diese Kugeln **steigen.**

Die **Goldschlägerhaut** (*baudruche*) ist unstreitig die bequemste Materie zu so kleinen Ballen. Es ist dies das innere von den Ochsendärmen abgezogne Häutchen, welches vom Fett gereiniget, auf einen Rahmen gespannt, getrocknet, mit Bimstein abgerieben, und zum Gebrauch der Goldschläger noch mit einem Firniß überzogen wird. Aus diesem äußerst feinen und leichten Häutchen haben zuerst der Maler **Deschamps** und der Baron von **Beaumanoir** in Paris kleine Kugeln von verschiedener Größe verfertiget, welche mit brennbarer Luft gefüllt aufstiegen. Die kleinste darunter hielt 6 pariser Zoll im Durchmesser, wog 36 Gran, trieb 51 Gran Luft aus der Stelle, faßte 5 Gran brennbare Luft, und stieg also noch mit 51 — (5 + 36) = 10 Gran Kraft in die Höhe. Solche Kugeln waren eine Zeitlang das Spielwerk der Pariser. Auch andere feine Häute des thierischen Körpers, vorzüglich das Schafhäutchen (amnium) dienen zu kleinen aerostatischen Kugeln mit brennbarer Luft. So sahe ich bey Herrn **Lichtenberg** in Göttingen eine aus Schafhäutchen bereitete Kugel von 2 — 3 Schuh Durchmesser, von der ihr Besitzer zu Beobachtung der atmosphärischen Elektricität vortheilhaften Gebrauch machte. Uebrigens ist die **Goldschlägerhaut** schon von **Julius Cäsar Scaliger** (Exercitat. ad Cardanum de subtilitate, exerc. 326) zur Nachahmung der fliegenden Taube des Archytas vorgeschlagen worden. Materia, sagt er, ex junci medulla parabilis, *vesiculis amicta aut pelliculis, quibus auri bracteatores atque foliatores vtuntur.*

Die Maschinen mit **erhitzter** Luft lassen sich so klein nicht verfertigen. Rechnet man darauf, daß die Luft beym Versuche um ein Drittel ausgedehnt werde, die brennbare hingegen siebenmal leichter, als die atmosphärische, sey, so wird der Durchmesser der kleinsten möglichen schwebenden Kugel

für erhitzte Luft $= \frac{6q}{a - \frac{2}{3}a} = \frac{18q}{a}$

für brennbare Luft $= \frac{6q}{a - \frac{1}{7}a} = \frac{7q}{a}$ gefunden, daher in diesem Falle die mit erhitzter Luft gefüllte Kugel von eben dem Zeuge einen $\frac{18}{7}$ d. i. $2\frac{4}{7}$ mal größern Durchmesser haben muß, und also $6\frac{2}{3}$ mal mehr Zeug zur Hülle erfordert, als die mit brennbarer Luft. Zu kleinen Maschinen mit verdünnter Luft ist unstreitig das Papier die schicklichste Materie. Da aber der Durchmesser der kleinsten Kugel von stärkerm Papier, für brennbare Luft, 2 Schuhe halten muß, so muß er für verdünnte Luft $5\frac{1}{7}$ Schuh, und wenn die Kugel steigen soll, wohl 6—7 Schuh halten.

Bey größern Aerostaten hat man die Absicht, außer ihrem eignen Gewichte noch Menschen oder andere Lasten in die Atmosphäre zu erheben. Die Kugelgestalt, welche unter allen übrigen Gestalten der Körper mit der kleinsten Oberfläche den größten möglichen Raum umschließt, scheint zu Aerostaten die schicklichste zu seyn, weil sie bey dem *geringsten* möglichen Gewicht ihrer Hülle das größte mögliche Luftvolumen aus der Stelle treibt, und daher unter allen übrigen Gestalten mit der größten Kraft aufsteigt. Man hat aber dagegen einwenden wollen, daß eines Theils die Verfertigung einer großen Kugel sehr schwer sey, andern Theils bey Lenkung der Aerostaten in der Atmosphäre, wenn geschickte Mittel dazu erfunden werden sollten, eine Kugel, welche der Luft eine sehr große Oberfläche darbietet, weit mehr Widerstand leiden, und folglich weit schwerer zu regieren seyn werde, als eine Maschine, welche der Luft einen spitzig zulaufenden Theil, oder eine schmale Seite, entgegenkehrte. Daher hat man oft längliche, aus cylindrischen und konischen, oder prismatischen und pyramidenförmigen Theilen zusammengesetzte, Gestalten vorgezogen, *zu welchen* der Zeug sich leichter zuschneiden läßt; und die **Roberts** haben zween Luftreisen auf einem cylindrisch *geformten* **Aerostaten** unternommen. Inzwischen sind die **Schwierigkeiten** der Verfertigung einer Kugel nicht unüber-

windlich, und bey der Senkung länglicher Maschinen möchte es wohl schwer fallen, immer den schmalen Theil derselben vorwärts gekehrt zu halten; die breitere Seite aber würde den Widerstand der Luft weit mehr, als eine Kugel von gleicher Wirkung, vergrößern; die Kugelgestalt, oder eine nicht weit von ihr abweichende, scheint daher noch immer die schicklichste zu seyn.

Was den Stof betrifft, so hat man die Aerostaten zur verdünnten Luft von leinenem oder baumwollenem Zeuge gemacht, der die Luft nicht gleich hindurchläßt, wie denn die erste zu Annonay aufgestiegene Kugel bloß mit Knöpfen und Knopflöchern zusammengefügt war, und doch eine Zeitlang Luft hielt. Man wählt dergleichen Zeuge wegen ihres geringen Preises, da solche Maschinen sehr groß seyn müssen. Bisweilen sind sie doppelt genommen, bisweilen mit Papier gefüttert worden. Man kan das Gewicht des Quadratschuhes von leinenem Zeuge 2 Unzen rechnen. Zur brennbaren Luft, welche nicht so große Maschinen erfordert, aber weit leichter die Hüllen durchdringt, hat man leichte seidne Zeuge genommen, und mit besondern Firnissen überstrichen. Den Quadratschuh Taffet kan man ohngefähr $\frac{3}{4}$ Unzen schwer annehmen.

Um nun das Vermögen einer Maschine von gegebner Größe und Gestalt zu berechnen, kan man sich der Formel $k = c(a - b) - p$ so bedienen, daß man unter p blos das Gewicht der Maschine selbst $= sq$ ohne angehangene Last versteht, so ist k die Kraft, mit der sie unbelastet aufsteigen würde, zeigt also, wie viel sie noch zu tragen vermöge, ehe sie ins Gleichgewicht kömmt. Es sey z. B. das Vermögen einer Kugel von 30 Schuh Durchmesser zu berechnen, deren Oberfläche $s = 2828$ Quadratschuhe, der Inhalt $c = 14142$ Cubikschuhe ist. So ist, wenn man das Gewicht des Cubikschuhes gemeiner Luft $a = 1, 4$ Unzen, b aber für erhitzte Luft $= \frac{2}{3} a$, für brennbare $= \frac{1}{7} a$ setzt, die Rechnung folgende:

für erhitzte Luft, wenn 1 Quadratsch. Leinwand 2 Unzen wiegt

$c = 14142$

$a - b = \frac{1,4}{3} = 0,466$

$c(a-b) = 6598$

$p = sq = 5656$

$k = 942$ Unzen

16) ——

59 Pfund

für brennbare Luft, wenn 1 Quadratsch. Taffet ¾ Unzen wiegt

$c = 14142$

$a - b = 1,2$

$c(a-b) = 16968$

$p = sq = 2121$

$k = 14847$ Unzen

16) ——

928 Pfund

Auf diese Art ist folgende Tabelle für Kugeln berechnet.

| Durchmesser | Oberfläche | Inhalt | Vermögen der Kugel von Leinwand mit erhitzter Luft | Vermögen der Kugel von Taffet mit brennbarer Luft | |
|---|---|---|---|---|---|
| Schuhe | Quadratsch. | Cubikschuh. | Pfund | Pfund. | Unz. |
| 5 | 78 | 65 | —— | 1 | 3 |
| 10 | 314 | 523 | —— | 24 | 8 |
| 20 | 1257 | 4190 | —— | 255 | |
| 30 | 2828 | 14142 | 59 | 928 | |
| 40 | 5028 | 33723 | 349 | 2276 | |
| 50 | 7857 | 65476 | 927 | 4542 | |
| 60 | 11314 | 113142 | 1885 | 7955 | |
| 70 | 15400 | 179666 | 3315 | 12753 | |
| 80 | 20114 | 268191 | 5308 | 19546 | |
| 90 | 25457 | 381857 | 7955 | 27443 | |
| 100 | 31415 | 523598 | 11344 | 37796 | |
| 200 | 125660 | 4188788 | 89012 | 308221 | |

Von dem gefundenen Vermögen der Kugel ist noch das Gewicht alles dessen abzuziehen, was außer dem Stoffe zur Kugel hinzugethan wird; das übrigbleibende ist dann die Summe der Last, die sie noch tragen kan, und der Kraft, mit welcher sie aufsteigen wird. Wird die Kugel nicht ganz gefüllt, so muß so viel, als der leergelassene Theil beträgt, von ihrem körperlichen Inhalt abgezogen werden. Nach diesen Anweisungen kan es nicht schwer seyn, die Berechnung in jedem vorkommenden Falle anzustellen.

Da leinene und seidne Zeuge ebne Flächen bilden, so wird die Fläche einer daraus verfertigten Kugel jederzeit von der sphärischen Gestalt in etwas abweichen. Doch, wenn die Streifen geschickt zugeschnitten und verbunden sind, so dehnen sie sich, wenn der Körper fürs erste nur mit gemeiner Luft aufgeblasen wird, um ihre Mitte ein wenig aus, und geben dem Ganzen eine Gestalt, die von der Kugel sehr wenig abweicht. Hiezu dient nun folgende Vorschrift, Taf. I. Fig. 8. Man berechne den Umfang des größten Kreises der Kugel, und mache die Linie AD dem vierten Theile desselben gleich. Diese Linie AD theile man in 18 gleiche Theile, ziehe durch die Theilungspunkte die Linien DC, fg, hi u. s. w. senkrecht auf AD. Ferner theile man den gefundenen Umkreis in so viel gleiche Theile, als man Streifen, wie ABEC, haben will; die Helfte eines solchen Theils giebt die Länge der Linie DC. Diese Länge, multiplicirt in den bey fg stehenden Decimalbruch, giebt die Länge von fg; und so giebt die Länge von DC nach und nach, durch Multiplication in die dabeystehenden Decimalbrüche, die Längen der folgenden Parallellinien, mithin die Punkte C, g, i u. s. w., durch welche die krumme Linie CgiA leicht aus freyer Hand gezogen werden kan. Hieraus entsteht eine Patrone ADC, nach welcher sich, durch viermaliges Auflegen auf die Seide oder Leinwand, der ganze Streif ABEC, zuschneiden läßt. Ist z. B. der Durchmesser einer Kugel, die man aus 12 Streifen zusammensetzen will = 20 Schuhe, so hält der Umfang des größten Kreises = 62, 8 Schuhe wovon der vierte Theil 15,7 Schuh für AD giebt. Der zwölfte Theil des Umkreises 5, 236 Schuh giebt BC, und die Helfte davon 2, 618 Schuh die Länge von DC. Diese multiplicirt mit 0,99619 giebt 2,608 Schuh für fg; mit 0, 98481 giebt sie 2, 578 Schuh für hi u. s. w. Die beygeschriebenen Decimalbrüche sind die Cosinus der Bogen von 5°, 10°, 15° ꝛc. für den Sinus totus = 1, nach deren Verhältnissen ähnliche Bogen der Parallelkreise von 5 zu 5 Graden vom größten Kreise aus gegen den Pol A abnehmen. Beym Zuschneiden selbst

wird rings um die Patrone ein $\frac{1}{2}$ Zoll breiter Rand für die Näthe gelassen.

Die Hüllen zu Kugeln mit erhitzter Luft werden von innen mit etwas, das sie vor dem Feuer schützt, von außen mit etwas, das vom Regen nicht aufgelöset wird, z. B. inwendig mit einer Erdfarbe und auswendig mit einem sehr schnell trocknenden Oelfirniß überstrichen, auch wohl vorher in einer Auflösung von Salmiak und Kalk geweicht. Die seidnen Zeuge zu Kugeln mit brennbarer Luft werden mit Firnissen überstrichen, wozu man in Frankreich eine geheim gehaltene Auflösung des Federharzes (gummi elasticum), vermuthlich in irgend einem wesentlichen Oele, zu gebrauchen anfieng, bis man endlich gefunden hat, daß ein Firniß von trocknendem Leinöl, mit Vogelleim abgekocht und mit Terpentingeist vermischt, eben so gute, oder noch bessere Dienste leiste. Mit diesem Firniß wird der Seidenzeug auf beyden Seiten überstrichen, und, wenn alles getrocknet ist, werden die vorhin beschriebnen Streifen zur Kugel zugeschnitten, mit den daran gelassenen Rändern an oder auf einander gelegt, gefaltet, und mit festen Näthen zusammengestochen. Es ist gut, die Näthe noch einmal mit Firniß zu überstreichen.

Die Aerostaten mit erhitzter Luft bekommen am Boden eine Oefnung, deren Durchschnitt $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ vom Durchmesser der ganzen Maschine beträgt; an diese wird ein leinener cylindrischer Hals von gleichem Durchschnitte und 6 Schuh Höhe angenähet. Sollen Menschen mit in die Höhe steigen, so wird von außen um diesen Hals eine von Weiden geflochtene 3 Schuh hohe und 18 Zoll breite Gallerie angebracht, deren inneres Gelender an den Hals der Maschine befestigt ist, das äußere aber an Stricken hängt, die vom obern Theile der Kugel kommen, und an der obern Helfte der Kugelfläche von andern Stricken in Form eines Netzes durchkreuzt werden. Auch wird eine Glutpfanne aus eisernen Stäben, deren Durchmesser etwa $\frac{1}{3}$ von dem Durchschnitte der Oefnung einnimmt, mitten unter derselben, 1 Schuh höher, als der untere Rand des Halses, an Ketten aufgehangen, welche an das innere Gelender der

Gallerie befestigt sind. In den Hals werden Luftlöcher eingeschnitten, durch welche man von der Gallerie aus das Feuer schüren und unterhalten kan. Taf. I. Fig. 9. zeigt die Gestalt einer solchen Maschine, wie sie in die Atmosphäre aufsteigt.

Um sie zu füllen, wird ein 6 — 8 Schuh hohes Gerüst ABCD, Taf. I. Fig. 10. errichtet, in dessen Mitte der gemauerte Ofen oder Schorstein EF bis auf den Boden herabgehet. Dieser Ofen hat unten eine Thür, das Feuer anzumachen, und muß 2 — 3 Schuh über das Gerüst hervorragen. Er muß etwas schmäler, als der Hals der Maschine seyn. Man kan unten einen eisernen Rost legen, um dem Feuer Luft von unten her zu verschaffen. An beyden Seiten des Gerüsts stehen starke Bäume oder Masten HI, KL, oben mit Rollen, über welche ein Strick läuft, der durch einen Ring am obern Theile der Maschine gezogen, dazu dient, durch Anziehen seiner Enden die obern Theile der Maschine in die Höhe zu heben. Auch um den Aequator der Kugel sind Ringe angebracht, um an durchgezogenen Stricken die Maschine festhalten zu können. Diel Kugel wird nun zusammengefaltet so aufs Gerüst gelegt, daß die Oefnung des Halses genau auf den Schorstein passet, in welchem ein helles, nicht viel Rauch gebendes Feuer von kleinem Holze und Stroh angezündet wird. Dieses treibt einen Strom von erhitzter Luft in die Kugel, entfaltet dieselbe, schwellt sie an, und hebt ihren obern Theil, dem man durch den über die Rollen gezognen Strick nachhelfen kan. Nunmehr wird alles, was mit der Maschine aufsteigen soll, in die Gallerie gebracht, in welche sich auch die Luftfahrer stellen; man zieht die Kugel, sobald sie sich hebt, ein wenig seitwärts, hängt die Gluthpfanne ein, zündet das Feuer in derselben an, und überläßt die Maschine der Luft.

Die Aerostaten mit brennbarer Luft bekommen an ihrem obern Theile eine Klappe, welche durch eine Feder zugehalten wird, und mit einer Schnur, welche bis an den Ort der Luftfahrer herabreicht, geöfnet werden kan. Diese Klappe dient, brennbare Luft aus dem Balle herauszu-

lassen. An den untern Theil der Kugel kommen ein oder zwey Schläuche von gefirnißtem Taffet, die etwa 6 — 10 Zoll im Durchmesser halten, und ebenfalls bis an den Sitz der Luftfahrer herabreichen. Durch diese wird die Kugel gefüllt. Der Wagen oder das Boot, worinn die Luftfahrer sitzen, hängt an Stricken, die von einem über die obere Helfte der Kugel gehenden Netze herabkommen, und etwa 2 Schuh unter der Kugel an einen freyschwebenden hölzernen Reif befestiget sind, von dem sie weiter herabgehen und das Boot tragen. Einige haben auch noch einen hölzernen mit Leder überzognen Reif mitten um die Kugel gelegt, und die Stricke an denselben befestiget, damit sie nicht durch Hin- und Herschieben die Kugel reiben sollten. Taf. I. Fig. 11. zeigt einen Aerostat von dieser Art in der Luft.

Um solche Maschinen zu füllen, muß man zuerst für die nöthigen Materialien zu Entbindung der brennbaren Luft sorgen. Man rechnet auf einen Pariser Cubikschuh brennbares Gas, 6 Unzen Eisenspäne, 6 Unzen Vitriolöl, und 30 Unzen Wasser; hieraus läßt sich leicht finden, wie viel Materialien zu Füllung einer Kugel von gegebnem Inhalte nöthig sind. Obgleich die Kugeln nie ganz gefüllt werden (damit das Gas Raum behalte, sich in der obern weniger elastischen Luft auszubreiten) so ist es doch rathsam, bey Anschaffung der Materialien aufs Ganze zu rechnen, damit man deren eher zu viel, als zu wenig, habe. Taf. I. Fig. 12. zeigt nun die Geräthschaft zur Füllung. A, A sind zwo 3 Schuh breite und 2 Schuh tiefe Wannen, die in zwo andere breitere und mit Wasser gefüllte Wannen B B, umgestürzt sind. Am Boden jeder umgestürzten Wanne befindet sich eine blecherne Röhre E, 7 Zoll weit und eben so lang. Um jede Wanne B, B werden 6 — 8 Fässer gestellt, deren jedes im obern Boden zwo Oefnungen hat. Aus der einen Oefnung geht eine blecherne Röhre in die Höhe, beugt sich über den Rand der Wanne B niederwärts, bis in das Wasser dieser Wanne herab, und endigt sich mit einer aufwärts gekehrten und im Wasser stehenden Oefnung unter der Wanne A. Die Weite einer solchen Röhre ist etwa

$3\frac{1}{2}$ Zoll. Die andere Oefnung im Boden der Fässer dient zum Einschütten der Materialien, und wird mit einem Zapfen verschlossen. Auch hier kan man die Kugel mit dem obern Ende an ein Seil hängen, das über zwo Rollen an hohen Bäumen läuft; das untere Ende der Kugel steht etwa 6 Schuh hoch über den Wannen A, A. Beym Füllen selbst legt man das Netz über die Kugel, faltet sie ganz zusammen, um die gemeine Luft herauszutreiben, bindet die seidnen Schläuche um die blechernen Röhren EE, schüttet in die Fässer zuerst die Eisenspäne, dann das Wasser und zuletzt das Vitriolöl. Die brennbare Luft steigt dann durch die Röhren an den Böden der Fässer, und geht durch das in den Wannen B und A befindliche Wasser in die Röhren EE, und durch die Schläuche in die Kugel über, schwellt dieselbe auf, und macht, daß sie sich bald von selbst ohne Hülfe des Seils GH in der Höhe erhält. So, wie sich die Kugel immer mehr aufbläset, wird das Netz ringsumher in die gehörige Lage gebracht, der Reif und das Boot für die Luftfahrer daran befestiget, und alles Nöthige zur Reise vorbereitet. Ist die Kugel etwas über drey Viertel gefüllt, so bindet man die Schläuche von den Röhren EE ab, bindet sie zu, und legt ihre Enden nebst der Schnur zur Klappe in das Boot. Die Kugel, welche bisher mit Stricken, die an das Netz befestigt sind, gehalten worden ist, wird nun freygelassen, und steigt mit dem Boote und den Luftfahrern auf.

Von dem Schauspiele, welches Maschinen von solcher Größe darstellen, wenn sie mit Menschen in die Luft steigen, sprechen alle Augenzeugen desselben mit Entzücken und Bewundrung. Es hat Hohe und Niedrige, Kenner und Unerfahrne, überall ohne Ausnahme zur leidenschaftlichsten Theilnehmung hingerissen. Die Großen haben ihren Beyfall durch königliche Belohnungen, die mittlern Stände durch Lobsprüche, Gedichte, Monumente, Münzen, das gemeine Volk durch Jauchzen, Einführung im Triumph, und Unwissende nicht selten durch eine fast abgöttische Verehrung der Luftfahrer an den Tag gelegt. Den Luftfahrern selbst fehlt es an Worten, um ihre Em-

pfindungen auszudrücken; alle aber gestehen, daß vornehmlich die Herrlichkeit der Aussicht und die in der Atmosphäre herrschende majestätische Stille ein unbeschreiblich angenehmes Gefühl errege.

Welche Gattung von Aerostaten vorzüglicher sey, läßt sich noch nicht entscheiden. Die mit verdünnter Luft sind wohlfeiler und leichter zu verfertigen; die mit brennbarer hingegen sicherer, kleiner und dauerhafter.

Die Bewegung des Aerostaten in der Luft läßt sich, wie alle Bewegungen, in eine vertikale und eine horizontale zerlegen. Was die vertikale Bewegung betrifft, so steigt der Aerostat, der in den obern Regionen leichtere Luft antrifft, nur so lange, bis er sich in derjenigen Luftschicht befindet, welche mit ihm selbst eine gleiche specifische Schwere hat; oder er geht vielmehr wegen seiner schon vorher erlangten Geschwindigkeit noch ein wenig über diese Luftschicht hinaus, sinkt wieder, und bleibt endlich nach verschiedenen Oscillationen stehen. Die nähere Untersuchung dieser Bewegung macht ein sehr schönes Problem der höhern Mechanik aus, über welches der große Leonhard Euler wenige Tage vor seinem Tode seine letzten Rechnungen anstellte, und wovon Meusnier (Schreiben über den Ball im Champ de Mars, in dem am Ende angeführten Werke des Faujas) und Kramp (Geschichte der Aerostatik, Strasburg 1784. 8. Th. I. 11—15 Abschnitt) Auflösungen zu geben versucht haben. Diese Rechnungen gelten jedoch nur für Fälle, in welchen der Zustand des Aerostaten selbst, während des Aufsteigens, ungeändert bleibt. Wenn Menschen auf Aerostaten mit verdünnter Luft aufsteigen, so wirken sie durch Verstärkung und Verminderung des Feuers sehr verschiedentlich auf den Zustand der darinn enthaltenen Luft; Verstärkung des Feuers treibt den Ball schneller in die Höhe, Verminderung desselben hält ihn zurück, oder senkt ihn wieder herab, und man sieht leicht, daß so willkührliche Veränderungen sich keiner Rechnung unterwerfen lassen. Einige Luftfahrer, besonders der unglückliche Pilatre de Rozier, brachten es sehr weit in der Geschicklichkeit, das Feuer zu behandeln,

und sich dadurch nach Gefallen zu heben oder herabzusenken; dieses Mittel ist so wirksam, daß der Luftfahrer dadurch die feinsten vertikalen Bewegungen des Balls fast ganz in seiner Gewalt hat.

Die vertikale Bewegung der Aerostaten mit brennbarer Luft läßt noch eher einige Berechnung zu. Für die Höhe, in welcher der Aerostat stehen bleibt, läßt sich folgender Ueberschlag machen. Vorausgesetzt, daß die specifischen Elasticitäten der gemeinen und brennbaren Luft unverändert bleiben, wenn sich gleich die absoluten Elasticitäten ändern, nimmt $a - b$ in gleichem Verhältnisse mit $a$ selbst ab. Wenn daher das Gewicht eines Cubikschuhes Luft in der Region, worinn die Kugel still steht, $= \alpha$ gesetzt wird, so verwandelt sich $a - b$ daselbst in $\frac{\alpha}{a}(a-b)$, und weil für den Fall des Stillstehens $k = o$ wird, so giebt die Formel $p + k = c\,(a-b)$ hier

$$p = \frac{c\alpha}{a}\,(a-b)$$

woraus $c\,(a-b) : p = a : \alpha$ folgt. Dies ist das Verhältniß der Dichten der Luft, oder der Barometerhöhen, unten an der Erde und oben in der Region des Stillstehens der Kugel. Ist daher die Barometerhöhe an der Erde beym Abgange der Kugel $= H$, so wird die obere $h = \frac{p\,H}{c(a-b)}$ seyn, woraus sich die Höhe der Region bestimmen läßt. s. Höhenmessungen, barometrische.

Ex. Als Charles am 1 Dec. 1783 in der Pläne bey Nesle aufstieg, wog die Maschine mit aller Last 438 Pfund, das Gewicht der Luft, welche sie unten aus der Stelle getrieben hatte, (oder $ca$) wird 800 Pfund schwer angegeben, und $a : b = 5\frac{1}{4} : 1 = 21 : 4$ gesetzt. Daher ist $c\,(a-b) = 800 - \frac{4}{21} \cdot 800 = 648$. Das Barometer hatte beym Abgange der Maschine auf 28 Zoll 4 Lin. gestanden. Nun ist

$$648 : 438 = 28'' 4''' : 19'' 2'''$$

daß also die Kugel so lange steigen mußte, bis das Barometer auf 19 Zoll 2 Lin. stand. Charles fand es zwar nur auf 18 Zoll 10 Linien, welches eine Höhe von 1643 Toisen giebt; bringt man aber die gehörigen Berichtigungen wegen der oben und unten verschiedenen Wärme an, so finden sich sogar 17 Zoll 9 Lin. Es ist also der Theorie sehr gemäß, wenn Charles behauptet eine Höhe von 1600 Toisen erreicht zu haben.

Auch bey dieser Art von Aerostaten haben die Luftfahrer das Steigen und Fallen in ihrer Gewalt. Sie steigen, wenn sie das Gewicht des Ganzen durch Herabwerfung von Ballast vermindern, in welcher Absicht stets ein Vorrath von Sandsäcken rc. mitgenommen wird; sie sinken, wenn sie durch die Klappe etwas brennbare Luft herauslassen. Da auch die besten gefirnißten Seidenzeuge nicht undurchdringlich für die brennbare Luft sind, so würde der Aerostat bald von selbst herabsinken, wenn man nicht von Zeit zu Zeit Ballast auswerfen wollte. Daher ist zu langen Luftfahrten ein ziemlicher Vorrath von Ballast nöthig, dessen Mangel oft viel Verlegenheit verursacht hat. Blanchard war bey der Ueberfahrt über den Canal genöthigt, sogar seine Kleider herabzuwerfen. Etwas Ballast muß auch für das Herabkommen aufgespart werden, damit nahe an der Erde durch das Abwerfen desselben der allzuplötzliche Fall der Maschine verhütet werden könne. Das Herauslassen der brennbaren Luft durch die Klappe, wenn man herabsinken will, oder durch den Schlauch, wenn die Elasticität des eingeschloßnen Gas die Kugel zu stark ausspannt und sie zu zersprengen drohet, sind freylich nur Nothmittel, bey denen man allezeit brennbare Luft verliert. Es sind daher Vorschläge gethan worden, das Sinken auf andere Art zu bewirken, z. B. durch Gefäße, worein man äußere Luft pumpen und comprimiren könnte, um dadurch das Gewicht des Ganzen zu vergrößern; durch eine in die große Maschine eingeschlossene zweyte, die man durch eine Röhre mit atmosphärischer Luft aufblasen könnte u. s. f. Allein diese Verstärkungen des Gewichts sind allzu unbeträchtlich; und der letztere Vorschlag nützt bloß

dazu, das Zerplatzen der Kugel zu verhüten, indem man durch Auslassung der gemeinen Luft aus dem innern Balle der brennbaren Luft, wenn sie sich allzustark ausdehnet, mehr Raum verschaffen kan. Mehr Beyfall hat der Vorschlag gefunden, zween Aerostaten, einen mit brennbarer Luft, und 30 Schuh weit darunter einen mit Feuer, zu verbinden, wobey durch Verstärkung und Verminderung des Feuers das Steigen und Fallen bewirkt werden kan. Man hat solche Maschinen **Carolo-Montgolfieren** genannt; zwar verunglückte Pilatre de Rozier auf einer solchen, es scheint aber die Ursache dieses Unfalls nicht die Entzündung der brennbaren Luft, sondern das Zerreißen der Maschine gewesen zu seyn, welche seit langer Zeit durch die Witterung gelitten hatte. Endlich hat man auch das Steigen oder Fallen durch auf- und niederbewegte **Ruder** oder **Flügel** zu bewirken gesucht, bisher noch ohne sonderlichen Erfolg; Blanchard hat seinem Aerostat einen Fallschirm (*Parachûte*) in Gestalt eines ausgespannten Regenschirms beygefügt, der allerdings dazu beyträgt, ein plötzliches Niederfallen zu verhüten.

Was die **horizontale** Bewegung betrifft, so ist der sich selbst überlassene Aerostat gänzlich ein Spiel des Windes, der ihn ergreift und nach seiner Richtung forttreibt, da er bey einer vollkommnen Windstille sich gar nicht horizontal bewegen würde. Sich von dieser Abhängigkeit zu befreyen, und den Aerostat nach einer vom Winde abweichenden willkührlichen Richtung zu **lenken**, das ist das grosse Problem, dessen Auflösung noch bis jetzt die Naturforscher beschäftiget. Seitdem die Akademie der Wissenschaften zu Lyon dieses Problem zur Preisfrage für 1784 aufgegeben hat, sind hierüber eine Menge theils sinnreicher, theils thörichter Vorschläge gethan worden. Unter die letztern sind diejenigen zu rechnen, welche **Segel** zu brauchen anrathen, durch welche der schief anstoßende Wind den Aerostaten, wie ein Schiff auf der See, treiben soll. Man hat hiebey nicht bedacht, daß der Wind aufhört, auf den Aerostaten zu wirken, sobald dieser mit ihm eine gleiche Geschwindigkeit angenommen hat, daß sich also der

Aerostat nicht in dem Falle des segelnden Schiffes befindet, welches von dem Widerstande des Wassers alle Augenblicke zurückgehalten wird, und nie eine dem Winde gleiche Geschwindigkeit erlangt, daß er vielmehr in dem Falle einer Kugel ist, welche eben so geschwind vor der Hand herrollet, als diese nachfolgt, in welche also die Hand nicht wirken kan, s. **Kraft, relative.** Daher können hier auch die **Steuerruder** keine Wirkung thun, welche man schief gegen den Wind zu richten vorgeschlagen hat.

Besser sind die Vorschläge von **Rudern** oder **Flügeln**, welche von den Luftfahrern ihrer Absicht gemäß gegen die Luft, wie Ruder gegen das Wasser, bewegt werden. Die damit angestellten Proben sind noch bisher am glücklichsten ausgefallen, und die Brüder **Robert** behaupten, am 19 Sept. 1784 damit 2 Grad Abweichung vom Winde erreicht zu haben. Es ist am besten, solche Ruder ganz einfach zu machen; alle mechanische Künsteleyen würden mehr hinderlich seyn. So haben die **Roberts, Blanchard** u. a. ganz einfache runde oder viereckichte Flächen von Seide oder Leinwand in einen Rahmen gefaßt, und mit dem Stiele, wenn sie nach der Richtung des Windes schlugen, die Fläche, wenn sie das Ruder gegen den Wind zurückzogen, die Schärfe nach dem Winde gekehrt. **Lunardi** setzte seine Ruder aus seidnen Klappen zusammen, welche sich, nach dem Winde bewegt, zuschlugen, gegen ihn geführt, öfneten, daß also das Umwenden nicht nöthig war. **Zambeccari** richtete die seinigen so ein, daß sie sich von selbst umwendeten. Die glücklichste Wirkung sollen die Ruder der Herren **Vallet** und **Alban** bey ihrem Versuche vom 29 August 1785 gethan haben.

Der Vorschlag, durch eine kleine Oefnung an der Seite des Aerostats eine Störung des Gleichgewichts zu bewirken, und dadurch eine Bewegung der Kugel selbst in Windstillen zu veranlassen, gehört dem einen **Montgolfier** selbst zu; Andere haben durch den Stoß der Luft aus einer Aeolipile oder durch Abbrennung von Racketen gegen den Wind zu wirken angerathen. Noch Andere glauben, da in den verschiedenen Regionen der Atmosphäre ganz ver-

schiedene Luftzüge herrschen, die oft in der Höhe dem untern Winde ganz entgegengesetzt sind, so sey es genug, durch abwechselndes Steigen und Fallen diejenige Region aufzusuchen, in welcher der erwünschte Wind herrsche. Die Ausführung dieses Vorschlags setzt aber eine genauere Kenntniß der Winde in verschiedenen Höhen voraus, als wir noch bisher erlangt haben.

Ueber den Nutzen, der sich von der Erfindung der Aerostaten erwarten läßt, etwas Entscheidendes zu sagen, ist bey einem so geringen Alter und unvollkommenen Zustande derselben kaum möglich. Sie ist, wie Franklin gesagt haben soll, ein neugebohrnes Kind, das der Erziehung und Ausbildung bedarf, über dessen künftige Verdienste zu entscheiden, Thorheit wäre. Unter den Händen einsichtsvoller Naturforscher könnte sie vielleicht ansehnliche Verbesserungen erhalten, und zur Erweiterung der Wissenschaften sowohl als zum Vortheile der menschlichen Gesellschaft auf manche Weise nützlich werden; wofern nicht ein unglückliches Schicksal sie ganz den Händen eitler oder gewinnsüchtiger Waghälse überliefert, die sie zur Schau herumzutragen, und den Enthusiasmus, mit dem man sie zuerst aufnahm, in kalte Gleichgültigkeit zu verwandeln anfangen. Die bisher angestellten Luftfahrten sind freylich größtentheils bloße Schauspiele gewesen, und haben uns noch wenig eigentlichen Nutzen oder Belehrung über den Zustand der Atmosphäre verschaft, ob sie gleich die Luftfahrer immer sehr reichlich mit meteorologischen Werkzeugen ausgerüstet hatten. Die auffallende Unterlassung des Gebrauchs dieser Werkzeuge ist theils der Unwissenheit mancher Luftschiffer, theils ihrer sehr zu entschuldigenden Zerstreuung durch andere Gegenstände zuzuschreiben. Man ist inzwischen den kühnen Unternehmern der ersten Luftreisen den wärmsten Dank schuldig; sie haben mit Gefahr ihres Lebens die Möglichkeit einer Unternehmung bewiesen, die dem menschlichen Verstande zur Ehre gereicht, und seiner Wirksamkeit ein neues Gebiet eröfnet. Dem ersten Luftfahrer, Pilatre de Rozier, nebst seinem Gefährten, hat sie zwar das Leben gekostet; allein wie wahrscheinlich

ist es, daß unter den 60—70 ersten Seefahrern weit mehr, als zween, verunglückt seyn mögen. Auch haben nachher angestellte Luftreisen schon bewiesen, daß dieser unglückliche Fall die Fortsetzung der aerostatischen Versuche nicht hemmen werde.

Welche Vortheile diese Erfindung in Zukunft gewähren könnte, kan sich Jeder, auch mit nur mäßig lebhafter Einbildungskraft, selbst vorstellen; für die Physik werden genauere Untersuchungen über den Zustand der Atmosphäre, über Wolken, Entstehung des Regens und der Meteore überhaupt, über die Stralenbrechung, Abnahme der Schwere, Fortpflanzung des Schalls, Elektricität der Atmosphäre ꝛc. die wichtigsten seyn. Zur Untersuchung der atmosphärischen Elektricität sind kleinere Aerostaten mit brennbarer Luft, schon mit großem Vortheil, statt der bisher gewöhnlichen Drachen gebraucht worden.

Description des experiences de la machine aërostatique, par M. *Faujas de St. Fond.* Paris 1783. 8. Premiere suite de la description des exp. etc. Paris 1784. 8. Beschreibung der Versuche mit den aerostatischen Maschinen von **Faujas de St. Fond.** Leipzig 1784. 8. Fortgesetzte Beschreibung ꝛc. mit einem Nachtrage der neusten Versuche. Leipzig, 1785. 8.

Montgolfiersche Luftkörper von **F. L. Ehrmann.** Straßburg 1784. 8. Geschichte der Aerostatik, historisch, physisch und mathematisch ausgeführt (von **Kramp.**) Erster Theil Straßburg 1784. Zweiter Th. eb. 1785. 8. **Tib. Cavallo** Geschichte und Praxis der Aerostatik., a. d. Engl. Leipzig 1785. 8.

**Aerostatik,** Aërostatica, *Aërostatique.* Dieser Name gebührt eigentlich der Lehre vom Gleichgewicht der Luft, sowohl für sich, als mit andern Körpern, ist auch in dieser Bedeutung sehr richtig schon von **Leupold** (Theatr. aërostat.) und neuerlich von Herrn **Karsten** (Lehrbegrif der gesammten Mathematik. III. Th. Greifswald 1769. 8.) gebraucht worden. Er bezeichnet auf diese Art einen grossen Theil der Aerometrie, welche sich in Aerostatik, Pnevmatik und Aerodynamik abtheilen läßt, s. **Aerometrie.** Seit der Entdeckung der Luftbälle haben einige angefangen, dem Namen der Aerostatik in eingeschränkterm Sinne bloß

der Lehre von den Aerostaten (s. den vorhergehenden Artikel) beyzulegen, die doch nur einen Theil der eigentlichen Aerostatik ausmacht. Meines Erachtens wäre für diese Lehre der Name Aeronautik schicklicher, da die Hauptabsicht doch auf Luftschiffahrt, oder willkührliche Bewegung die Aerostaten in der Luft, gerichtet ist. Die Engländer, z. B. Cavallo, brauchen das noch unschicklichere Wort: *Aerostation*, welches eher die Kunst bezeichnet, in der Luft stillzustehen, als die, in derselben zu schiffen.

Aerostatische Maschine, Aerostat.

**Aether**, Himmelsluft, feine Materie im Weltraume, Aether, materia subtilis, elementum primum Cartesii, *Ether, matière subtile*. Namen, welche die Naturforscher einer von ihnen angenommenen äusserst feinen und elastischen flüßigen Materie beylegen, welche durch den ganzen Weltraum verbreitet seyn, und durch die Zwischenräume aller Körper dringen soll. Alles, was sich von diesem Gegenstande sagen läßt, ist hypothetisch, und bloß zur Erklärung gewisser Erscheinungen angenommen; unmittelbare und klare Erfahrungen über das Daseyn und die Eigenschaften des Aethers fehlen gänzlich. Daher dieser Artikel nichts weiter, als eine kurze Anzeige menschlicher Meynungen enthalten kan.

Descartes, welcher voraussetzte, daß es in der Welt gar keinen leeren Raum gebe, nahm an, der Schöpfer habe bey Hervorbringung der Welt eine Menge Theilchen von verschiednen Gestalten in Bewegung gesetzt; durch das Abtreiben dieser Theilchen an einander seyen drey Elemente entstanden; aus den feinsten abgeriebnen Stäubchen bestehe das erste, aus den kugelförmigen Theilchen das zweyte, aus den gröbern und unregelmäßig gebildeten das dritte Element. Dieses dritte Element sey der Stof der Erde und der Planeten, das zweyte die Materie des Lichts, das erste aber oder die subtile Materie bilde, wenn sie sich um einen Mittelpunkt ordne, eine Sonne, fülle aber auch die Zwischenräume aus, welche zwischen den eckichten oder runden Gestalten der übrigen Elemente

leer blieben, und so schließe die Materie des Ganzen mit der vollkommensten Berührung zusammen. So hat er sich unter dem Namen des ersten Elements fast eben das vorgestellt, was neuere Naturlehrer Aether nennen, eine feine durch den Weltraum und die Zwischenräume der Körper verbreitete Materie, die er zwar von der Materie des Lichts unterschied, aber doch mit zur Erklärung des Lichts und überhaupt aller Erscheinungen der Körperwelt gebrauchte.

Malebranche (Recherche de la verité. L. VI. ch. 9.) und Jacob Bernoulli (De gravitate aetheris. Amst. 1683. 8.) schreiben dem Drucke einer solchen Materie, die sie Aether nennen, die Festigkeit und den Zusammenhang der Körper zu. Der letztere nimmt eigentlich den Aether hiebey zu Hülfe, weil er mit dem Drucke der Luft allein nicht auskommen kann.

Huygens (Traité de la lumiere. Leide 1690. 4.) legt der Lichtmaterie selbst den Namen Aether bey, schreibt ihr Elasticität zu, und erklärt die Fortpflanzung des Lichts in derselben durch wellenförmige Bewegungen, oder Wirbel, welche jedes von dem leuchtenden Körper bewegte Theilchen derselben rings um sich her errege. Er leitet die Phänomene des Doppelsteins oder isländischen Krystalls von einer doppelten Art dieser Wirbel her, deren eine kugelrund, die andere länglich sey. So erdachten sich diese Naturlehrer Materien und Bewegungen derselben nach ihrem Gefallen und nach dem Bedürfnisse ihrer Hypothesen, ohne eine einzige unmittelbare Erfahrung über das wirkliche Daseyn derselben anzuführen.

Newton, dem die willkührliche und hypothetische Art, über die Natur zu philosophiren, äußerst misfiel, ward durch Experimentaluntersuchungen des Lichts auf das Emanationssystem geleitet, und erklärt sich an verschiedenen Stellen seiner Schriften gegen die Hypothesen vom Aether, so wie gegen alle Hypothesen überhaupt. Hauptsächlich aber bestreitet er die Meynungen des Descartes von dem völlig ausgefüllten Raume, und des Huygens von der Fortpflanzung des Lichts durch wellenförmige Schwingungen des Aethers. Inzwischen ist seine Mey-

nung wohl nicht dahin gegangen, das Daseyn einer feinen Materie im Himmelsraume und in den Zwischenräumen der Körper zu läugnen. Wenn er (Philos. naturalis princip. math. L. III. Prop. 10.) behauptet, die Planeten litten bey ihren Bewegungen im Himmelsraume keinen Widerstand, so beweiset er dieses nur daraus, weil die Luft 200 Meilen über der Erde schon 75 Billionenmal dünner, als an der Erdfläche sey, und Jupiter in einem so dünnen Mittel eine Million Jahre laufen könnte, ehe er durch den Widerstaud desselben nur ein Milliontheilchen der ihm mitgetheilten Bewegung verlieren würde. Dies heißt wohl nicht, eine absolute Leere, es heißt, eine äußerst feine Materie in den Himmelsraum setzen, oder es heißt vielmehr, nicht entscheiden, aber nur zeigen, daß auch, wenn eine solche Materie da wäre, der Widerstand noch nicht merklich seyn könne. Und was den Aether in den Zwischenräumen der Körper betrift, so zeigt der Schluß seiner Principien deutlich, daß er das Daseyn desselben für wahrscheinlich gehalten habe. „Adjicere liceret, sagt er, non„nulla de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa „pervadente, et in iisdem latente etc.“ Er wirft über diese in den Körpern verborgne feine Materie in seiner Optik einige merkwürdige Fragen auf. Zwar ist nicht zu läugnen, daß in den ältern Ausgaben dieses Werks (Optice; aut. Is. *Newtono*, latine redd. *Sam. Clarke*, Lond. 1706. 4. qu. 23.) seine Ausdrücke mehr Kräfte (virtutes, potentias) bezeichnen, als den Stoß einer feinen Materie angeben. Er setzt aber ausdrücklich hinzu: Fieri sane potest, ut haec attractio efficiatur *Impulsu*. Allein in des **Coste** französischer Uebersetzung, welche nach der zweyten englischen Ausgabe von 1718 gemacht ist, (Traité d' optique, par M. le Chev. *Newton*. Amsterd. 1720. gr. 12.) sind die der Optik beygefügten Fragen ganz umgeändert. **Newton** fragt hier (qu. 18—21), ob nicht vielleicht die Erwärmung der Körper durch die Lichtstralen, Brechung und Zurückwerfung des Lichts, Schwere und viele andere Phänomene der Körperwelt, durch eine elastische Materie, erklärt werden könnten, deren Schwingungen 7000comal

schneller, als die Schwingungen der Luft beym Schalle, wären, und die daher eine 490000 Millionenmal stärkere Elasticität, als die Luft, besitze; ob nicht die Wärme den luftleeren Raum mit Hülfe eines weit feinern Mittels durchdringe; ob nicht die Zurückwerfung des Lichts von der verschiedenen Dichte dieses ätherischen Mittels herrühre, u. s. w. Diese Fragen beweisen deutlich, daß **Newton** das Daseyn einer solchen Materie keineswegs für unwahrscheinlich gehalten habe. Inzwischen konnte er bey seiner Lehrart, welche bloß von allgemeinen Phänomenen ausgieng, ohne deren Ursachen erklären zu wollen, den Aether, so wie alle Hypothesen, völlig entbehren.

Herr **Euler** hat in seiner mit so vielem Beyfall aufgenommenen Theorie des Lichts und der Farben (s. **Licht**) **Huygens** oben angeführte Meynung zum Grunde gelegt, und ein Gebäude von Rechnungen darauf errichtet, welches ihn als Mathematiker in seiner ganzen Größe zeigt. Fortpflanzung des Lichts und Entstehung der Farben werden darinn lediglich den Schwingungen des **Aethers** zugeschrieben. Als Physiker, hätte der vortrefliche Urheber dieser Theorie eigentlich mit Erfahrungen über das Daseyn eines **Aethers** den Anfang machen sollen, wenn seine Lehre mehr als Hypothese oder Vorstellungsart seyn sollte. Statt dessen begnügt er sich, **Newtons** Emanationssystem und die Leere der Himmelsräume zu bestreiten. Er wundert sich, daß **Newton**, um die Bewegung der Planeten nicht zu hindern, eine Leere im Himmelsraume angenommen, und doch durch seine ausfließenden Lichtstralen diese Leere wieder mit einer Materie ausgefüllt habe, deren stete und heftige Bewegung den Lauf der Planeten unendlich stärker stören müsse. „Ein trauriges Beyspiel „menschlicher Weisheit," sagt er (Lettres à une princesse d'Allemagne. L. 18.), „die, um einer Schwie„rigkeit auszuweichen, oft auf eine weit größere Thor„heit verfällt." Dies Urtheil über **Newton** scheint mir zu hart; ich kenne keine Stelle seiner Schriften, die eine absolute Leere im Weltraume behauptete; er streitet überall bloß gegen den **absolut** und ohne alle leere Zwi-

schenräume erfüllten Raum (*plein absolu*) des Descartes, und wenn einige seiner Schüler und deren Ausschreiber aus Misverstand, zum Theil aus Unverstand, weiter gegangen sind, so muß man ihre kühnen Aussprüche nicht für Behauptungen des weit bescheidnern und vorsichtigern Lehrers halten.

Euler macht sich vom Aether, der ihm zu seiner Theorie vom Lichte unentbehrlich ist, die Vorstellung, daß er eine höchst feine, flüßige, elastische Materie sey, und vermöge seiner Elasticität die Himmelsräume sowohl, als die Zwischenräume der Körper erfülle. Er erklärt durch die Schwingungen desselben das Licht und die Farben, aus seiner Elasticität die elektrischen Erscheinungen und viele andere Phänomene der Natur. Der Beyfall, den die Eulerische Theorie des Lichts unter den Naturforschern gefunden hat, hat auch dieser Idee vom Aether eine fast allgemeine Aufnahme verschaft; und in der That kan man eben so wenig gegen die Wahrscheinlichkeit des Daseyns einer solchen Flüßigkeit etwas einwenden, als man unmittelbare Beweise dafür anführen oder Versuche über ihre Natur anstellen kan. Daß die Himmelsräume nicht leer sind, und daß selbst in luftleeren Räumen noch etwas weit Feineres, als Luft, vorhanden sey, läßt sich gar nicht läugnen: daß man dieses Etwas Aether nenne, dawider ist nichts einzuwenden, wenn man nur zugleich gestehet, daß wir nicht viel von diesem Etwas wissen.

Einige Astronomen haben in den Bewegungen der Planeten Veränderungen finden wollen, welche einigen Widerstand des Mittels, in welchem sie laufen, anzuzeigen scheinen. Euler (De relaxatione motus planetarum a resistentia aetheris orta, in Opusc. To. I. no. 4.) setzt sie hauptsächlich in eine Verkürzung der großen Axe ihrer Bahnen und der Umlaufszeiten; er nimmt an, das Sonnenjahr werde alle Jahrhunderte etwa um 5 Secunden kürzer. Die Pariser Akademie der Wissenschaften hatte für 1762 die Frage aufgegeben, ob dergleichen Widerstand vorhanden wäre, und was er für Wirkungen hätte. Der Abbé Bossut erhielt den Preis und Herr Albert Euler

das Accessit (Recueil des piéces, qui ont-remporté le prix de l'ac. roy. To. VIII. *Bossut* Recherches sur les altérations, que la resistence de l'éther peut produire dans les mouvemens moyens des planétes. Charleville 1766. 4.). Dennoch urtheilt Herr de la Lande (Astronom. Handb. §. 1059.), bisher beweise noch nichts einen Widerstand der ätherischen Materie; und nach dem Eingeständnisse aller Astronomen müßten die Himmelskörper, wenn nicht in einem ganz leeren Raume, wenigstens in einer Materie sich befinden, deren Wirkung unmerklich, und welche für uns eben so, als ein leerer Raum, sey.

**Aether**, Aether, Naphtha, Spiritus aethereus, *Ether*. In der Chymie ist dies der Name einer weißen durchsichtigen Feuchtigkeit, von einem besondern höchstdurchdringenden Geruche, welche ungemein leicht, flüchtig und entzündbar ist, und aus dem Weingeiste vermittelst der Säuren bereitet wird. Der Aether vermischt sich nicht in allen Verhältnissen mit dem Wasser; er scheint überhaupt einigen Chymikern das Mittel zwischen dem *Weingeiste und* den Oelen zu halten, und ein Weingeist zu *seyn*, der durch die Säure seines Wassers zum Theil beraubt, und der Natur der Oele näher gebracht worden ist; andere glauben, die Säure wirke mehr auf des Weingeists ölichte Theile, und erzeuge mit ihnen den Aether.

Der Aether wird durch die Destillation des rectificirten Weingeists mit Säuren bereitet; je nachdem man hiezu Vitriolsäure, Salpetersäure, Eßigsäure oder Salzgeist gebraucht, erhält er die Namen **Vitriolaether** (Naphta vitrioli), **Salpeteraether**, **Eßigaether**, **Salzaether**. Ohne nähere Bestimmung des Worts wird unter Aether gemeiniglich Vitriolaether verstanden.

Der Aether verdünstet äußerst leicht, und bringt dabey eine große Kälte hervor. Baume hat ein Reaumürisches Thermometer durch Umwicklung der Kugel mit Leinwand, die in Aether getaucht war, bis auf 40 Grad unter den Eispunkt fallen sehen. Man kan also damit im heißesten Sommer Wasser zum Gefrieren bringen. Et-

was Aether in einem kleinen Löffel verdünstet bald in der Luft, und verschwindet aus den Augen. Er ist ein kräftiges Auflösungsmittel aller ölichten Materien, z. B. des Copals, des elastischen Harzes u. s. w., nimmt das Gold aus dem Königswasser an sich, und wird in der Arzneykunst mit Weingeist vermischt, zu dem Hofmannischen schmerzstillenden Geiste (liquor anodynus mineralis) gebraucht.

Macqueur's chym. Wörterbuch. Art. Aether.

**Aetzbarkeit**, s. **Kausticität.**

**Affinität**, s. **Verwandtschaft.**

**Aggregat**, Aggregatum, *Aggrégation.* Wenn ein Ganzes aus mehrern Theilen so entsteht, daß ein Theil sich bloß neben den andern legt, und durch die Kraft des Zusammenhangs bey der Berührung, oder durch ein bindendes Mittel mit dem nebenliegenden vereiniget wird, so erhält ein solches Ganzes den Namen Aggregat. Dabey bleibt die Beschaffenheit der Theile unverändert. Wenn hingegen die Theile in einander greifen, einander auflösen, und sich so zu einem Ganzen verbinden, das andere Eigenschaften hat, als vorher jeder Theil für sich hatte, so heißt das Ganze ein **Gemisch, Mischung** (Mixtum). So ist z. B. ein Sandstein oder eine Breccia ein Aggregat von Körnern oder Steinen; eine Silberauflösung hingegen eine Mischung von Silber und Scheidewasser.

**Akronyktisch**, Acronychos s. Acronyctus, *Acronyche, Acronyctique*, heißt der Auf- oder Untergang der Gestirne, wenn er zu Anfang der Nacht, oder mit Sonnenuntergang geschieht. So geht Sirius für Leipzig jährlich um den 8 Febr. mit Sonnenuntergang auf, und um den 17 May mit der Sonne zugleich unter. Dies sind also bey uns die Tage seines akronyktischen Auf- und Untergangs.

In den ältesten Zeiten, ehe noch der Kalender gehörig geordnet war, pflegte man die Tage des Jahres durch das mit Auf- oder Untergang der Sonne erfolgende

Auf- und Untergehen der Gestirne zu bezeichnen. Dies haben noch zu den Zeiten der Griechen und Römer die Dichter und Schriftsteller vom Feldbau beybehalten. Es ist daher zur Erklärung der Alten nothwendig, die Tage des Jahres finden zu können, an welchen zu jeder Zeit und an jedem Orte ein gegebnes Gestirn akronyktisch u. s. w. auf und untergegangen ist. Noch etwas hievon s. unter dem Artikel: **Aufgang.**

**Akustik,** Acustice, *Acoustique.* Diesen Namen führt die Lehre vom Schall und Ton, welche zugleich die physikalischen und mathematischen Gründe der Musik in sich begreift. Der Name ist griechischen Ursprungs, und bedeutet: Gehörlehre.

Die mathematische Theorie der Musik hat schon die Alten beschäftiget. Man schreibt ihre Erfindung dem **Pythagoras** zu, welcher nach der Erzählung des **Jamblichus** in dem Klange der Schmiedehämmer Accorde bemerkt, und aus dem Gewichte der Hämmer die Verhältnisse derselben geschlossen haben soll. Es wird hinzugesetzt, er habe Saiten durch angehangene Gewichte von gleicher Größe mit den Gewichten der Hämmer gespannt, und durch eben diese Accorde erhalten. Dieser Zusatz ist offenbar falsch, weil die Verhältnisse der Accorde oder Consonanzen (z. B. für die Octave $1 : \frac{1}{2}$) nicht Verhältnisse der Spannungen, sondern vielmehr der Längen der Saiten sind, und angehangene Gewichte, wenn sie Saiten von gleicher Länge zu einem Accorde spannen sollen, sich nicht, wie jene Längen, sondern umgekehrt, wie die Quadratzahlen derselben (für die Octave wie $\frac{1}{4} : 1$) verhalten müssen.

Die theoretischen Musiker der Alten haben sich in zwo Secten, die **Pythagoräer** und **Aristoxenianer**, getheilt. Jene sahen mit Recht auf die Zahl, welche die Verhältnisse der Accorde ausdrücken, hiengen aber an gewissen willkührlich angenommenen Sätzen, z. B. daß die Quarte über der Octave keine Consonanz gebe, weil ihr Verhältniß ($1 : \frac{3}{8}$) nicht einfach genug sey. Diese verwarfen die Verhältnisse gänzlich, beriefen sich bloß auf

Empfindung, und rechneten alle Intervalle nach Tönen und halben Tönen, ohne sich zu bekümmern, was ein Ton, und ob jedes Intervall eines ganzen oder halben Tons so groß, als das andere, sey.

Die ältesten Schriftsteller über die Musik hat Marcus Meibom unter dem Titel: Musici veteres, 1652. in zween Quartbänden herausgegeben. Des Claudius Ptolomäus Harmonica nebst des Porphyrius Commentar und Manuels von Bryenne Harmonica sind von Wallis zu Oxford, 1682. 4. edirt, und nachher in den dritten Band seiner Werke (*Io. Wallisii* Opera mathematica. Oxon. 1699. III. Vol. fol.) eingerückt worden.

Die neuere Tonkunst weicht von den Grundsätzen der Alten beträchtlich ab. Die Harmonie, oder Zusammenstimmung mehrerer einander begleitenden Stimmen, ist, wie Burette (Hist. de l'Acad. des Inscriptions et belles lettres. a. 1716.) sehr wahrscheinlich gezeigt hat, den Alten ganz unbekannt gewesen; unter den Neuern aber anfänglich bloß nach Empfindung und Gehör behandelt, und erst von Rameau (Traité de la harmonie. Paris 1722. 4.), wiewohl mit vielem Willkührlichen vermischt, in ein System gebracht worden. Seit dieser Zeit haben sich Mathematiker und Tonkünstler vereiniget, um die Regeln der Musik auf bestimmte Grundsätze zu bringen. Euler (Tentamen novae theoriae musices. Petrop. 1739. gr. 4.) behandelt die Tonkunst ganz mathematisch, und hat zuerst über die vorher bloß durch Proben und Erfahrung verbesserten Blasinstrumente etwas Gründliches gesagt; brauchbare Werke für die Tonkünstler selbst haben Kirnberger (Die Kunst des reinen Satzes in der Musik. Berlin 1771. 4.), Marpurg (Versuch über die musikalische Temperatur. Breslau 1776. 8.) und Sulzer (Allgem. Theorie der schönen Künste in alphabetischer Ordnung. Leipz. 1773. gr. 8.) geliefert.

**Akustische Werkzeuge**, Instrumenta acustica, *Instrumens acoustiques*. Werkzeuge, deren sich schwer hö-

rende Personen bedienen, um die Wirkung des Schalls auf ihr Gehör zu verstärken, s. Hörrohr.

**Alaun**, Alumen, *Alun*. Ein erdiges Mittelsalz, welches durch Verbindung der Vitriolsäure und Thonerde oder Alaunerde entsteht. Es läßt sich leicht in Wasser auflösen und krystallisiren, hat einen herb-süßlichen stark zusammenziehenden Geschmack, und weil die Krystallen desselben viel Wasser enthalten, so gerathen sie über dem Feuer von selbst in Fluß, das Wasser verdünstet, und es bleibt der gebrannte Alaun, ein lockeres, trocknes und leicht zerreibliches Salz, übrig. Man bereitet den Alaun aus mancherley kiesichten und erdichten Materien, z. B. aus einer Erde der Solfatara bey Puzzuolo, einem Steine in der Gegend von Civita-Vecchia, aus Kiesen und Erzen verschiedener Bergwerke. Man gebraucht ihn vorzüglich in der Färbekunst, in der er eine Hauptmaterie ausmacht, um die Farben zu befestigen; außerdem zum Planiren des Papiers, Aussieden des Silbers, Versilbern des Kupfers, zur Lederbereitung, zu feuerabhaltenden Anstrichen, zu Lackfarben u. s. w.; auch in der Arzneykunde als ein wirksames zusammenziehendes Mittel.

Macquer chym. Wörterbuch. Art. Alaun.

**Alaunerde**, s. Thonerde.

**Alchymie**, Alchymia, *Alchymie*. Diesen Namen, der wegen des vorgesetzten arabischen Artikels so viel, als Chymie im vorzüglichen Verstande (*Chymie par excellence*) bedeutet, legen die sogenannten Adepten ihrer vermeynten Wissenschaft bey, durch welche sie die Operationen der Natur im Innern der Erde, Erzeugung und Verwandlung der Metalle u. dgl. nachzuahmen und auszuführen suchen. Seitdem man dem Golde durch einstimmigen Vergleich einen so hohen Werth beygelegt hat, seitdem hat auch die der aufgeklärtern Chymie so schädliche Raserey des Goldmachens gewüthet. Ohne die noch bis jetzt unentschiedene Frage von der Möglichkeit desselben zu untersuchen, überließen sich oft Köpfe, die auf einem bes-

sern Wege mehr zu leisten vermocht hätten, den Trieben der Gewinnsucht, zogen ihre Untersuchungen gänzlich auf den engen Punkt des Goldmachens zusammen, versteckten sich bey ihren fehlgeschlagnen Erwartungen hinter dem Schleyer einer geheimnißvollen und räthselhaften Sprache, oder täuschten auch wohl leichtgläubige Menschen durch kühne Betrügereyen. Um ihrer eitlen Kunst Ansehen zu verschaffen, schrieben sie ihr ein hohes Alter zu, und suchten sie in den Lehren des **Hermes** und in der Weisheit der alten Egyptier zu finden. Leider hat die Geschichte der Chymie bis ins sechszehnte Jahrhundert keine andern als alchymistische Schriften aufzuweisen, in welchen durch eine Menge von unverständlichen Worten und seltsamen Ideen nur hin und wieder eine oder die andere nützliche Wahrheit durchschimmert. **Theophrastus Paracelsus Bombast von Hohenheim**, ein berüchtigter Alchymist des sechszehnten Jahrhunderts und ein Mann von ausschweifender Lebhaftigkeit, setzte zu den vorigen Thorheiten noch die vorgebliche Erfindung einer Universalmedicin hinzu, verbrannte in einem Anfalle von Raserey die Bücher der alten Aerzte, und ward, ob er gleich im acht und vierzigsten Jahre starb, dennoch der Stifter einer Secte, welche durch einen und ebendenselben Prozeß sich Gold und Unsterblichkeit zu verschaffen suchte. Diejenigen unter seinen Nachfolgern, welche sich ihren Endzweck erreicht zu haben rühmten, nannten sich **Adepten**, und das Mittel, welches ihnen die Erfüllung ihrer Wünsche verschaffen sollte, den **Stein der Weisen**, so wie sie auch sich selbst den Namen der Feuerphilosophen (Philosophi per ignem) beylegten. So nannten sich in ältern Zeiten die Sterndeuter Mathematiker, wie Sextus Empirikus sagt, magnifico nomine artis vanitatem exornaturi.

Inzwischen ist doch unsere neuere, durch Bemühungen verdienstvoller Männer so sehr aufgeklärte, Chymie eine Tochter dieser übelberüchtigten Mutter, obgleich beyde mit einander nichts mehr, als den Namen und einige im Gebrauch gebliebene Kunstworte und Bezeichnungen, gemein haben. Schon im sechszehnten Jahrhunderte, und

zu den Zeiten des Paracelsus selbst, fiengen einige verständige und gelehrte Männer, z. B. Agricola, Erker rc. an, einen bessern Weg zu bezeichnen, indem sie zuerst deutlich und genau die Arbeiten des Bergbaues und der chymischen Bereitung der Erze beschrieben, welche bis dahin in einem stillen, aber ununterbrochenen Fortgange getrieben und schon zu einer ziemlichen Vollkommenheit gebracht worden waren. Der Geschmack an den nützlichen Wissenschaften erweckte nach und nach Mehrere, welche die bisher in den Händen gemeiner Arbeiter und Handwerker verborgen gelegnen technischen Handgriffe öffentlich bekannt machten, und weitere Untersuchungen darüber veranlaßten. Dies ist der eigentliche Ursprung der ächten neuern Chymie, mit welcher jedoch noch Viele, wie Libavius, Van Helmont, Borrichius u. a. die alten alchymistischen Thorheiten zu vereinigen suchten.

Durch das ganze siebzehnte Jahrhundert hindurch hat der Streit zwischen Wahrheit und Irrthum in diesem Fache mit voller Lebhaftigkeit fortgedauert. Auf der einen Seite verbreiteten die Experimentaluntersuchungen der Naturforscher, die wichtigen Entdeckungen so vieler neuen Wahrheiten, der Umsturz eben so vieler alten Hypothesen rc. ein ganz unerwartetes Licht über die Naturlehre und Chymie; auf der andern sahe man noch oft die besten Köpfe den alten Ungereimtheiten nachhängen, und die sogenannte Gesellschaft der Rosencreuzer, die sich besonderer Geheimnisse rühmte, riß einige der größten Männer zu ihren Thorheiten hin. Conring (De hermetica Aegyptiorum et nova Paracelsicorum medicina. Helmst. 1669.) bestritt die Alchymie mit Gründlichkeit und Beyfall; da er aber die historischen Zeugnisse, auf welche sich die Alchymisten stützen, nicht genug zu entkräften gesucht hatte, so fand Olaus Borrichius (De Hermetis, Aegyptiorum et Chemicorum, sapientia. Hafn. 1674.) noch Stof genug zu einer Vertheidigung. Dennoch hat sich seit Conrings Widerlegung das herabgesunkene Ansehen der Alchymie unter den Gelehrten nie wieder ganz emporheben können; und die großen Erweiterungen, welche die ächte Chymie

seit Stahls und Boerhavens Zeiten erhalten hat, haben dasselbe gänzlich zu Boden geschlagen.

Es hat inzwischen bis auf den heutigen Tag sowohl Betrüger als Betrogne gegeben, welche die alten Vorurtheile zu erneuern bemüht gewesen sind; und noch itzt schleicht im Dunkeln ein Hang zu vermeynten Geheimnissen und verborgnen Künsten, welche, so sehr sie auch von den wahren Gelehrten verachtet werden, dennoch einen großen Theil der Menschen an sich ziehen. Beweise hievon sind die Menge unverständlicher alchymistischer Schriften, welche noch jetzt gesammelt, wieder aufgelegt, und mit Begierde gekauft und gelesen werden, die Entstehung eines eignen alchymistischen Magazins (Schröters neuste Samml. für die höhere Naturwissenschaft u. Chemie, Frkf. u. Leipz. seit 1775. 8.), und Geschichten wie die des Price (s. Göttingisches Magazin, 3ten Jahrgangs 3tes Stück), welche mit der so gepriesnen Aufklärung unsers Zeitalters in einem sonderbaren Contraste stehen. Diesen Thorheiten haben schon mehrere einsichtsvolle Chymiker, z. B. Herr Wiegleb (Historisch-kritische Untersuchung der Alchemie, oder eingebildeten Goldmacherkunst. Weimar 1777. 8.) zu steuern gesucht, und vielleicht darf man hoffen, in Zukunft durch mehrere Verbreitung der Wahrheit, und Entlarvung des unter der Decke vermeynter Geheimnisse verborgnen Betrugs, alle diese traurigen Ueberbleibsel der Barbarey und des Fanatismus gänzlich ausgetilget zu sehen.

Alkali, s. Laugensalze.

**Alkohol,** Alcohol, *Alcool.* Ein Name, den man dem bis auf den höchsten Grad rectificirten Weingeiste beygelegt hat, s. Weingeist. Bisweilen giebt man diesen Namen auch Substanzen, welche in ein höchst zartes fast unfühlbares Pulver verwandelt worden sind.

Macquer chym. Wörterbuch.

**Amalgama,** Amalgama, *Amalgame.* So heißt in der Chymie die Verbindung des Quecksilbers mit den andern metallischen Substanzen. Das Quecksilber ver-

bindet sich unter allen Metallen am leichtesten mit dem Golde und Silber, sehr schwer mit dem Kupfer und Spießglaskönige, und mit dem Eisen und Kobalt gar nicht. Es giebt zween Wege, Amalgamen zu machen, entweder durch bloßes Reiben, oder durch Vermischung des geschmolzenen festen Metalls mit Quecksilber. In geringer Menge mit den Metallen vermischt, macht das Quecksilber dieselben bloß zerreiblich; in größerer Menge bildet es mit ihnen eine Art von Teig ohne Zähigkeit und Dehnbarkeit, welchem man eigentlich den Namen eines Amalgama beyleget.

Man gebraucht die Amalgimirungen des Goldes und Silbers, um diese Metalle aus den erdichten und steinichten Materien, denen sie beygemischt sind, zu ziehen, ingleichen zu gewissen Arten der Vergoldungen und Versilberungen, wobey das äußerst flüchtige Quecksilber durchs Feuer weggetrieben wird, und das Gold oder Silber auf der mit dem Amalgama bestrichenen Fläche zurückläßt. Das Amalgama des Zinns mit Quecksilber, oder die vom Quecksilber zerfreßne Spiegelfolie, dient zur Belegung der Spiegel. Die in gewissen Proportionen gemachten Amalgamen gewisser Metalle schießen in Krystallen an, wovon Bergmann (physikalische Beschreibung der Erdkugel, nach Röhls Uebersetz. Greifswald 1780. gr. 8. II. Th. S. 281.) nähere Nachricht giebt, um zu beweisen, daß man von krystallischen Anschießungen nicht sicher auf die Gegenwart eines Salzes schließen könne.

Macquer chym. Wörterbuch.

**Amalgama, elektrisches**, Amalgama electricum, *Amalgame électrique*. Ein Amalgama, dessen sich die Physiker bedienen, um das Reibzeug der Elektrisirmaschinen, oder auch das zu reibende Glas selbst, zu bestreichen, und dadurch die Erregung der Elektricität zu befördern.

Die gewöhnliche Art, dieses Amalgama zu verfertigen, ist diese, daß man zerschnittne Stanniolblättchen mit Quecksilber in einem eisernen Mörsel reibt, bis der

Teig so dick als möglich wird. Die Meisten thaten sonst noch geschabte Kreide hinzu, bis aus allem ein graues Pulver entstand; die Kreide scheint aber mehr nachtheilig zu seyn, weil sie die Feuchtigkeit der Luft an sich ziehet. Die Kissen werden anfänglich bis auf einen Zoll weit vom Rande ganz leicht mit einem Unschlittlichte, und dann das eine mit einer dünnen Lage Amalgama überstrichen; man reibt nun beyde Kissen stark an einander, um das Amalgama in beyde soviel möglich einzureiben. Sollen sie von neuem überstrichen werden, so muß man vorher mit einem leinenen Tuche alle Unreinigkeit sorgfältig abwischen.

Noch besser wird das Amalgama, wenn man das Zinn schmelzet, und die gehörige Dose Quecksilber hinzugießt.

**Higgins** hat (Philos. Transact. for 1778. Vol. XVIII. P. II. no. 38.) das Amalgama von vier Theilen Quecksilber und einem Theile Zink als das wirksamste angegeben.

Nach **Adams** (Essay on Electricity. Lond. 1784. 8. p. 27.) schätzt man jetzt in England vornehmlich zwo Arten von Amalgama. Die eine besteht aus fünf Theilen Quecksilber und einem Theile Zink, mit ein wenig gelbem Wachs zusammengeschmolzen: die andere ist das gewöhnliche in den Kaufläden zu habende Maler- oder **Musivgold** (aurum musivum). Man trägt es nach Adams Vorschriften, denen auch Hr. **Lichtenberg** (neuste Ausg. von Erxl. Anfangsgr. der Naturl. §. 501.) beystimmet, vermittelst ein wenig Schweinen-Schmalz auf ein Leder, und reibt damit das Glas der Elektrisirmaschine gut durch; auf das Kissen wird **gar nichts** gestrichen. Herr Lichtenberg versichert, fast nie eine stärkere Elektricität, als auf diese Weise erhalten zu haben. Man s. die Artikel: **Elektrisirmaschine** und **Reibzeug, elektrisches.**

*Amphiscii*, s. **Zweyschattichte.**

Anakamptik, s. **Katoptrik.**

Anaklastik, s. **Dioptrik.**

**Anaklastische Linien**, Curvae anaclasticae, *Courbes anaclastiques.* So nennt Herr v. **Mairan** (sur

les courbes anaclastiques, Mém. de l'Academ. roy. des Sc. ann. 1740.) die Krümmungen, welche gerade Linien oder ebne Flächen anzunehmen scheinen, wenn sie durch gebrochne Stralen gesehen werden, wenn z. B. der Boden eines mit Wasser gefüllten Gefäßes von einem Auge in der Luft, oder die Decke des Zimmers von einem im Wasser stehenden oder durch ein Glas sehenden Auge betrachtet wird.

**Anaklastisches Werkzeug**, Instrumentum anaclasticum, *Instrument anaclastique*. Ein Werkzeug, womit man die Größe der Stralenbrechung in verschiedenen durchsichtigen Mitteln, und bey verschiedenen Einfallswinkeln, messen kan.

Die alten Optiker (man s. *Kircher* Ars magna lucis et umbrae, Romae 1686. p. 681. und Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 86.) bedienten sich hiezu einer Halbkugel mit einem auf ihrem Rande stehenden Quadranten, und einer um dessen Mittelpunkt beweglichen Regel. Man füllte die Halbkugel mit der durchsichtigen flüßigen Materie an, neigete die Regel unter einen gewissen Einfallswinkel, und bemerkte die Stelle, wo sie wegen der Brechung den untern Theil der Kugel zu berühren schien.

Kepler (Dioptr. Aug. Vind. 1611. 4. L. I. c. 3.) beschreibt ein anderes Instrument, welches Wolf aus ihm anführt, durch den es in die Experimentalgeräthschaft der neuern Physiker gekommen ist. Ein gläserner Würfel HCBEGF (Taf. I. Fig. 13.) wird in den Winkel zweyer rechtwinklicht zusammengesetzten Breter ABIN und INOP gesetzt, von welchen das eine ABIN um das Stück CAHN vor dem Würfel vorraget, übrigens aber mit ihm eine gleiche Höhe hat. Setzt man dieses Instrument horizontal gegen die Sonne, so wird der Schatten des Bretes ABIN außer dem Würfel bis ML, innerhalb desselben aber nur bis KQ reichen. Man kan alsdann die Linien HL und HK messen, und aus ihnen nebst HC, durch trigonometrische Auflösung der Dreyecke HCL und HCK, die Winkel



BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

HCL und HCK bestimmen, deren erster dem Einfallswinkel SCR gleich, der andere der Brechungswinkel ist. So lassen sich, wenn man den Versuch unter verschiedenen Sonnenhöhen anstellet, Tafeln verfertigen, welche angeben, was für ein Brechungswinkel jedem Einfallswinkel zugehöre.

Vermittelst dieses Werkzeugs fand **Kepler**, daß sich bey der Brechung aus Luft in Glas, der Einfallswinkel SCR, wenn er nicht über 30° betrage, zum Brechungswinkel KCH, wie 3 zu 2, verhalte; ein Gesetz, welches von der Wahrheit wenig abweicht, und also für Linsengläser zu Fernröhren, deren Krümmung, vom Mittel an bis an den Rand gerechnet, selten 20° beträgt, ohne Fehler brauchbar war; daher Kepler die Abstände der Vereinigungspunkte daraus schon sehr richtig hergeleitet hat. s. die Art. **Brechung der Lichtstralen, Linsengläser.**

Will man eine andere durchsichtige flüßige Materie anstatt des Glases untersuchen, so kan man einen hohlen, mit dieser Materie angefüllten, Würfel anstatt des gläsernen gebrauchen.

Von neuern Werkzeugen und Veranstaltungen zu Messung der Stralenbrechung s. **Priestley** Geschichte der Optik, durch **Klügel**, S. 241. f. ingl. S. 363. f. und weiter unten den Art. **Brechung der Lichtstralen.**

**Analyse, Zerlegung, Zersetzung.**

**Anamorphose**, Anamorphosis, *Anamorphose.* Verzeichnung einer Figur, welche, auf eine vorgeschriebene Art betrachtet, etwas ganz anders darstellet, als sie dem bloßen Auge in der gewöhnlichen Stellung darzustellen scheint.

Man kan die Anamorphosen in optische, katoptrische und dioptrische abtheilen.

Die **optischen** Anamorphosen werden, um das verlangte Bild darzustellen, mit dem bloßen Auge, nur aus einem angewiesenen sonst ungewöhnlichen Gesichtspunkte, betrachtet. Kann man z. B. (Taf. I. Fig. 14.) das in O

gestellte Auge so täuschen, daß es von den wahren Entfernungen der Punkte A, B, C, D, E, keine Eindrücke erhält, und daß daher die liegende Linie A B C D E eben so, wie eine stehende A b c d e, von dem Zuschauer empfunden wird, so darf man nur die gleichen Theile eines regelmäßig gezeichneten Bildes Ab, bc, cd, de durch eine proportionirte Zeichnung in die ungleichen Theile AB, BC, CD, DE, ausdehnen. Wird nun die solchergestalt verzerrte Figur AE auf ein Bret gelegt, auf welchem ein anderes Bret PQ senkrecht steht, und vom Auge durch die Oefnung O betrachtet, so verliert der Zuschauer die Gegenstände aus dem Auge, die ihm einen Maaßstab der Entfernungen OE, OD, OC, 2c. geben können. Es wirkt das verzerrte Bild AE jetzt nicht anders auf sein Auge, als das regelmäßige, in Ae aufgestellt, darauf wirken würde. Seine Einbildungskraft selbst wird geschäftig, sich eher ein regelmäßiges, als ein verzerrtes Bild darzustellen; er glaubt also eine in Ae aufgestellte richtige Zeichnung zu sehen. So hat man verzerrte Figuren, in welchen z. B. Kopf und Schultern durch ED ausgedehnt und ungeheuer groß, die übrigen Theile des Körpers von D bis A sehr klein sind, die sich aber, aus O betrachtet, ganz richtig darstellen. Nach Brisson (Dictionnaire raisonné de physique; Art. *Anamorphose*) sind an der Wand einer Gallerie im Minimenkloster an der Place royale in Paris verschiedene Bilder gemahlt, welche, aus einem gewissen Gesichtspunkte von der Seite her betrachtet, sehr deutlich eine reuige Magdalene darstellen.

Hieher gehören auch die Bilder, welche in Streifen zerschnitten und Streifenweis auf die Seitenflächen mehrerer neben einander stehenden dreyseitigen Prismen aufgeklebt werden, da man denn ein anderes Bild sieht, je nachdem man diese Prismen von der rechten oder linken Seite her betrachtet. Von diesen Bildern, die man oft in Kunstkabinetten antrift, handeln Schwenter (Mathematische Erquickstunden, Nürnb. 1651. 4. Th. I. S. 271.) und Wolf (Elementa Optices. Probl. 28.).

Die katoptrischen Anamorphosen müssen, wenn das gehörige Bild erscheinen soll, in conischen, cylindrischen oder pyramidenförmigen Spiegeln betrachtet werden. Man sieht leicht aus Taf. I. Fig. 15, daß der conische Spiegel P Q R dem in O gestellten Auge den Punkt A in a, B in b darstellt, und also dem Bilde auf der umliegenden Fläche, wovon A B ein Theil ist, ganz andere Lagen und Verhältnisse seiner Theile, d. h. eine ganz andere Gestalt giebt. Auf eine ähnliche Art verändern auch cylindrische und pyramidenförmige Spiegel die Gestalten der um sie her liegenden Bilder. Es kömmt also darauf an, ein verzerrtes Bild zu verzeichnen, das in einem Spiegel von gegebner Art, Größe und Stellung dem Auge aus einem gegebnen Gesichtspunkte regelmäßig erscheine. Von der Verzeichnung solcher Bilder hat Simon Stevin zuerst geschrieben. Auch handeln davon Casp. Schott (Magia universalis. Herbip. 1657. 4.) unter dem Titel: Magia anamorphotica) und Wolf (Elem. Catoptr. Probl. 25—27). Jakob Leupold, ein ehemaliger Leipziger Mechaniker (Anamorphosis mechanica nova. Lipf. 1714. 4.), erfand ein eignes Instrument, durch dessen Hülfe man jedes vorgezeichnete Bild, auf eine bloß mechanische Weise, durch eine Art von Storchschnabel so verstellen kan, daß es in einem gegebnen conischen oder cylindrischen Spiegel ordentlich erscheint. Die Beschreibung dieses Instruments findet sich auch im Saverien (Dictionnaire universel de Mathematique et de Physique; art. *Anamorphose*).

Die dioptrischen Anamorphosen werden durch ein Polyeder, oder vieleckicht geschliffenes Glas betrachtet, s. Polyeder. Wer eine Tafel durch ein solches Glas betrachtet, sieht durch die Flächen des Glases nur gewisse Theile der Tafel, welche an einander zu stehen scheinen, ob sie gleich auf der Tafel selbst weit aus einander und an verschiedenen Orten liegen. Man sucht also hier verschiedene Theile eines gewissen Gemäldes an diejenigen Stellen der Tafel zu bringen, welche dem durch das Polyeder sehenden Auge neben einander liegend erscheinen. Auf der

Tafel selbst wird ein anderes Gemälde entworfen, in welches die zerstreuten Stücken des vorigen, so geschickt als möglich, mit verwebt werden müssen. So hat man dergleichen Anamorphosen, auf welchen verschiedene Köpfe vorgestellt sind, die durch ein Polyeder in bestimmter Stellung betrachtet, einen einzigen Kopf zeigen, den man mit bloßem Auge gar nicht auf dem Gemälde findet. Anweisung hiezu geben Wolf (Elem. Dioptr. Probl. 25.) und Leutmann (Anm. vom Glasschleifen, Wittenb. 1719. 8.).

**Anamorphotische Maschine**, Machina anamorphotica, *Machine anamorphotique*. So heißt das von Leupold erfundene Werkzeug zur Verzeichnung der katoptrischen Anamorphosen, s. den vorhergehenden Artikel. Eigentlich sollte es wohl anamorphotisches Instrument, nicht Maschine, heißen.

Anelektrische Körper, s. Leiter der Elektricität.

Anemometer, s. Windmesser.

**Anemoskop**, Anemoscopium, *Anémoscope*. Ein Werkzeug, dessen man sich bedient, die Richtung des Windes zu bemerken. Das einfachste und gewöhnlichste Anemoskop ist die gemeine Wetterfahne (*girouette*) auf den Thürmen und Häusern. Gleiche Dienste thun die Flaggen an den Masten der Schiffe.

Um die Richtung des Windes im Zimmer, und genauer, als durch den bloßen Anblick der Wetterfahne zu beobachten, kan man die Fahne, die sich sonst um eine unbewegliche Spindel dreht, an einer beweglichen Spindel fest machen, welche mit der Fahne zugleich umgedrehet wird. Diese Spindel kan durch das Dach bis an die Decke des Zimmers laufen, in welchem man die Beobachtungen machen will, und unten mit einem Getriebe versehen werden, welches in ein bezahntes Rad greift, dessen Axe bis ins Zimmer geht, und mittelst eines daran gesteckten Zeigers auf einer an der Decke bezeichneten Windrose den Wind bezeichnet. Soll die Windrose nicht an der Decke, sondern vertikal an der Wand des Zimmers stehen, so läßt

man das Getrieb der Spindel in ein vertikal stehendes Kronrad greifen, dessen Axe horizontal durch die Wand geführt wird, und den Zeiger trägt. Hat das Getrieb eben so viel Zähne als das Rad, so macht eine Umdrehung der Fahne auch eine Umdrehung des Zeigers aus, und indem sich die Fahne gegen verschiedene Punkte des Horizonts wendet, kehrt sich auch der Zeiger gegen die gleichnamigen Punkte der Windrose. Wenn also nur der Zeiger einmal richtig gestellt ist, und die Fahne beweglich gnug erhalten wird, so zeigt dieses Anemoskop die Richtung des Windes mit großer Bequemlichkeit. So beschreibt dieses Werkzeug Ozanam (Recreations mathematiques, To. II.); **Kircher** setzt noch eine kleine Statue hinzu, die durch einen verborgnen Magnet vom Zeiger herumgeführt wird, und die Richtung des Windes mit einem Stäbchen weiset. Leupold (Theatr. Aerostat. s. Theatr. Static. univers. P. III. Cap. X.) hat unter dem Namen der **Plagoskope** noch mehrere Abänderungen dieses Instruments beschrieben, worunter die merkwürdigste eine kleine portative Windfahne, auf einen Compaß gesetzt ist, die man überall aufstellen kan, um die Abweichung des Windes von der Richtung der Magnetnadel zu bemerken.

Einige Schriftsteller, z. B. **Brisson** (Dictionnaire de Phys.), nennen dieses Instrument ein Anemometer. Es kömmt aber dieser Name vielmehr andern Werkzeugen zu, welche die Stärke und Geschwindigkeit des Windes messen, und von denen man den Artikel: **Windmesser**, nachsehen kan.

Auch ist der Name Anemoskop sehr uneigentlich andern Werkzeugen beygelegt worden. **Otto von Guericke** (Experimenta nova de vacuo spatio, L. III. cap. 20.) beschreibt unter dem Namen Semper Vivum eine gläserne oben verschloßne und in einen Liquor eingesenkte Röhre, in welcher der Druck der Atmosphäre den Liquor bald höher bald niedriger erhält. Auf der Oberfläche des Liquors schwimmt eine Figur, welche mit dem Finger Grade des Steigens oder Fallens auf einer Scale angiebt, s. Taf. I. Fig. 16. Eigentlich ist dieses Instrument ein höchst un-

vollkommnes Barometer. Man kannte es sonst unter dem Namen des Guerickischen Wettermännchens oder Perpetui mobilis; und weil sich Guericke über die Einrichtung und Verfertigung desselben nicht deutlich erklärt hatte, so hat es viel Aufsehen gemacht. **Comiers** (l'Homme artificiel anemoscope, im Mercure de France 1683.) hat darüber geschrieben, und ihm den Namen Anemoskop deswegen gegeben, weil Guericke im Jahre 1660 aus dem starken Fallen des Männchens einen großen Sturmwind vorhergesagt hatte.

Stone (nach **Brisson** Dict. de Phys.) versteht unter Anemoskop nichts anders, als das Hygroskop oder Hygrometer.

## Anhängen, Anhängung, s. Adhäsion.

**Anomalie,** Anomalia, *Anomalie.* Dieser aus der griechischen Sprache entlehnte, und im eigentlichen Verstande eine Ungleichheit oder Abweichung von der Regel bezeichnende Name wird in der Sternkunde dem Winkel beygelegt, welchen ein Planet bey seinem Umlaufe um die Sonne, von der Sonnenferne aus, zurückgelegt hat, oder, von der Sonne aus betrachtet, zurückgelegt zu haben scheint. Die ungleiche Geschwindigkeit der Planeten in ihren Bahnen, vermöge welcher sie in gleichlangen Zeiten bald geringere bald größere Winkel durchlaufen, hat zu dieser Benennung Anlaß gegeben.

**Keplers** wichtige Entdeckung, daß die Laufbahnen der Planeten Ellipsen sind, in deren Brennpunkte sich die Sonne befindet, und daß die elliptischen Räume, welche die von der Sonne nach dem Planeten gezogne Linie (radius vector) beschreibet, sich wie die Zeiträume verhalten, in denen sie beschrieben worden sind, veranlassete diesen großen Sternkundigen zu Erfindung einer Theorie, welche noch jetzt unter dem Namen der **keplerischen Theorie des Planetenlaufs**, oder der **elliptischen Theorie** gebraucht wird, und bey der Berechnung der astronomischen Tafeln zum Grunde gelegt werden muß. Diese Theorie beschäftiget sich nun vornehmlich mit der Berech=

nung der Anomalien, deren man drey, die **wahre, mittlere** und **eccentrische Anomalie**, unterscheidet.

Es sey Tafel I. Figur 17. die Ellipse AMP die Bahn eines Planeten, AP ihre große Axe, der Brennpunkt S der Ort der Sonne, A die Sonnenferne, P die Sonnennähe des Planeten; so heißt der Winkel ASM, um welchen sich der Planet von der Sonnenferne A an fortbeweget hat, die **wahre Anomalie**, und M der **wahre Ort** desselben.

Durchliefe der Planet seine ganze Bahn mit einer gleichförmigen Winkelgeschwindigkeit, d. h. so, daß er in gleichen Zeiten immer gleiche Winkel um die Sonne S zurücklegte, so würde er in der Zeit, in welcher er nur bis M gegangen ist, vielleicht schon bis m vorgerückt seyn. Er würde den Winkel ASm zurückgelegt haben. Dieser Winkel heißt seine **mittlere Anomalie**, und der ihm zukommende Ort m, des Planeten **mittlerer Ort**.

Wenn des Planeten Umlaufszeit um die Sonne bekannt ist, so läßt sich für jede seit seinem Durchgange durch die Sonnenferne verstrichene Zeit diese mittlere Anomalie durch die bloße Regel de Tri finden. Es verhält sich nemlich die ganze Umlaufszeit zu der gegebnen Zeit, wie 360° zu ASM. Wäre z. B. die Umlaufszeit 360 Tage, so würde 30 Tage nach der Sonnenferne die mittlere Anomalie 30°, 60 Tage darnach 60° u. s. w. seyn. Da auch nach Keplers Regel der elliptische Flächenraum ASM, welchen der Radius Vector SM bey der wahren Bewegung des Planeten von A nach M durchlaufen hat, der gegebnen Zeit proportional ist, also

Umlaufszeit; Zeit durch AM = Fläche der Ellipse : Fläche ASM,

so stellt die Fläche ASM die mittlere Anomalie dar, wenn die ganze Fläche der Ellipse 360 Graden gleich gesetzt wird.

Da nun die mittlere Anomalie und die Fläche ASM für jede von der Sonnenferne an gerechnete Zeit so leicht zu finden sind, so kömmt es nur noch darauf an, aus dieser mittlern Anomalie und den gegebnen Abmessungen der

Planetenbahn die wahre Anomalie zu bestimmen, oder aus der Größe der Fläche ASM den Winkel ASM zu finden. Diese Aufgabe heißt das keplerische Problem; dagegen die Aufgabe, aus einer gegebnen wahren Anomalie die zugehörige mittlere (aus dem Winkel ASM die Fläche ASM) zu finden, den Namen des umgekehrten keplerischen Problems führet. Kepler selbst fand es bey dem damaligen Zustande der Geometrie unmöglich, die Aufgabe selbst methodisch aufzulösen, inzwischen gab er eine indirecte Auflösung an, bey welcher noch eine dritte Anomalie zu Hülfe genommen wird. Wenn man aus dem Mittelpunkte der Ellipse C mit dem Halbmesser CA den eccentrischen Kreis ANP beschreibt, und das aus dem wahren Orte des Planeten M auf die Axe AP gefällte Perpendikel ML bis an diesen Kreis in N verlängert; so heißt der Winkel ACN, der durch den Bogen AN gemessen wird, des Planeten eccentrische Anomalie.

Durch dieses Mittel, dessen umständlichere Auseinandersetzung für unsere Absicht zu weitläuftig wäre, gelang es Keplern, nach den damals bekannten Abmessungen oder Elementen der Planetenbahnen Tafeln zu verfertigen, in welchen man für die gefundenen mittlern Anomalien jedes Planeten die zu ihnen gehörigen wahren Anomalien durch Aufschlagen finden konnte (I. Kepleri tabulae Rudolphinae. Vlm. 1627. fol.), deren Ansehen sich durch das ganze vorige Jahrhundert erhalten hat, bis die ansehnlichen Verbesserungen und Erweiterungen der Sternkunde freylich vollkommnere Tafeln nothwendig machten, die sich inzwischen noch immer auf keine andere Theorie, als auf die keplerische, gründen.

Kepler hatte den Geometern künftiger Zeiten die methodische Auflösung seines Problems sehr angelegentlich empfohlen; auch haben sich nach ihm die größten Mathematiker damit beschäftiget. Die Infinitesimalrechnung hat zu dieser Auflösung verschiedene Wege eröfnet, die aber noch nicht so leicht und bequem, als man wohl wünschen möchte, zur wirklichen Berechnung führen. Keil, (Introductio ad veram astronomiam, Lugd. Bat. 1725.

4.) Hermann, (De problemate Kepler. in Comm. Ac. Petropol. To. I.) Euler (Theoria motuum planetarum et comet. Berol. 1744. 4.) geben dergleichen Auflösungen. Die Eulerische hat auch Herr Kästner (Analysis des Unendl. S. 582. u. f.) mitgetheilt. Das umgekehrte keplerische Problem läßt sich leichter, vermittelst folgender beyden Sätze auflösen, wo m, e, v, mittlere, eccentrische, wahre Anomalie bedeuten.

I. $\sqrt{SP} : \sqrt{SA} = \text{tang.} \frac{1}{2}v : \text{tang.} \frac{1}{2}e$

II. $e + CS \times \text{sin.}\, e = m.$

Noch ist zu bemerken, daß der Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Anomalie Gleichung der Bahn (Aequatio orbitae), und daher die wahre Anomalie auch die coäquirte genannt wird. In der ersten Helfte der Bahn AMP bleibt die wahre Anomalie hinter der mittlern zurück; in der zweyten Helfte hingegen kömmt die wahre der mittlern vor; daher die Gleichung in jenem Falle von der mittlern Anomalie abgezogen, in diesem hinzugesetzt werden muß, wenn man die wahre Anomalie finden will.

de la Lande astronom. Handb. §. 482. u. f. Kästners Anfangsgr. der angew. Mathem. Astron. 235. u. f.

Antarktischer Pol, s. Pole.
Antimonium, s. Spießglas.
Antipoden, s. Gegenfüßler.
Antiscii, s. Gegenschattichte.
Antoeci, s. Gegenwohner.
Anziehung, s. Attraction.

**Apertur**, Oefnung, Apertura, *Ouverture*. Die kreisrunde Fläche, welche man in der Mitte der Blendungen der Gläser oder Spiegel der Fernröhre offen läßt, damit die darauf fallenden Lichtstralen wirklich durchgehen können.

Die Abweichungen wegen der Kugelgestalt der Gläser und wegen der verschiedenen Brechbarkeit der Lichtstralen (s. Abweichung dioptrische) verursachen, daß nur diejenigen Stralen, welche nahe an der Axe, d. i. um die Mitte eines Glases einfallen, in den gehörigen

Vereinigungspunkt kommen; es ist also nöthig, die weiter von der Axe ab und gegen den Rand zu einfallenden Stralen, welche die Deutlichkeit des Bildes stören würden, durch eine über das Glas gelegte Bedeckung oder Blendung abzuhalten, s. Blendung. Diese Blendung läßt durch die in ihr befindliche runde Oefnung nur die Stralen um die Mitte des Glases durchfallen, und es ist die Frage, wie groß diese Apertur seyn dürfe, wenn das Bild die gehörige Deutlichkeit behalten soll.

Man sieht leicht, daß desto mehr Undeutlichkeit vermieden werde, je kleiner die Apertur ist; daß hingegen eine größere Apertur des Objectivglases dem Bilde mehr Helligkeit gebe, weil sie aus jedem Punkte des betrachteten Gegenstandes mehr Lichtstralen einfallen läßt, welche auf der Netzhaut des Auges vereiniget, einen lebhaftern Eindruck machen; daher das Auge jeden Punkt des Gegenstandes stärker empfindet, d. h. ein lebhafteres und helleres Bild siehet, als bey einer geringern Oefnung. Es ist daher ein großer Vorzug der dioptrischen Werkzeuge, wenn sie eine weite Oefnung vertragen, d. i. wenn man auch die in einiger Entfernung von der Axe einfallenden Stralen durchlassen darf, ohne daß dadurch die Abweichungen zu sehr vergrößert, und die Bilder undeutlich werden.

Vor der Erfindung der achromatischen Fernröhre richtete man sich in Absicht auf die Bestimmung der Aperturen nach Huygens Theorie, welche in seiner Dioptrik (in Opusculis posthumis. Lugd. Bat. 1703. 4.) enthalten und im Smith (Lehrbegrif der Optik, nach Kästners Ausgabe, S. 184 ff.) analytisch ausgeführt ist. Huygens setzt dabey die Abweichung wegen der Kugelgestalt beyseit, und betrachtet nur die ohnehin weit größere wegen der Farbenzerstreuung oder verschiedenen Brechbarkeit. Heißt nun die Brennweite des Objectivglases F, der Durchmesser der Apertur desselben b, und die Brennweite des Augenglases f, so verhält sich die Helligkeit des Bildes wie $\frac{b^2 f^2}{F^2}$, die von der Farbenzerstreuung herrührende Un-

deutlichkeit aber, wie $\frac{b^2}{f^2}$. Sollen also zwey Fernröhre eine gleiche Helligkeit und gleiche Undeutlichkeit (oder was hier gleich viel ist, einerley Deutlichkeit) geben, so müssen die Ausdrücke $\frac{b^2 f^2}{F^2}$ und $\frac{b^2}{f^2}$, mithin auch ihre Quadratwurzeln $\frac{bf}{F}$ und $\frac{b}{f}$, in dem einen eben so groß, als in dem andern, seyn, oder die Verhältnisse $bf : F$ und $b : f$ müssen für gleich gute Fernröhre immer dieselben bleiben. Hieraus folgt nun auch, daß das aus beyden zusammengesetzte Verhältniß $bbf : fF$ oder $b^2 : F$ in allen gleichguten Fernröhren immer ebendasselbe bleiben müsse. Dies heißt mit andern Worten: Die Quadratzahl des Durchmessers der Apertur muß sich, wie die Brennweite des Objectivglases, oder der Durchmesser der Apertur muß sich, wie die Quadratwurzel aus der Brennweite des Objectivglases, verhalten. Auch muß $b : f$ immer einerley bleiben, oder der Durchmesser der Apertur muß sich, wie die Brennweite des Augenglases, verhalten.

Nun fand Huygens durch die Erfahrung ein Fernrohr gut, an welchem, in rheinländischen Zollen ausgedrückt, $F = 360$; $f = 3,3$; $b = 3$ war. Dies gab $\frac{b^2}{F} = \frac{9}{360} = \frac{1}{40}$; $\frac{b}{f} = \frac{3}{3,3} = \frac{10}{11}$. Eben so groß mußten nun diese Ausdrücke auch für andere gute Fernröhre bleiben. Aber aus $\frac{b^2}{F} = \frac{1}{40}$ folgt $b = \sqrt{\frac{1}{40} F}$; und aus $\frac{b}{f} = \frac{10}{11}$ hat man $f = \frac{11}{10} b$. Dies giebt folgende Regel: Die in rheinländischen Zollen ausgedrückte Brennweite des Objectivglases dividire man durch 40, und ziehe aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so hat man den Durchmesser der Apertur; zu diesem addire man noch seinen zehnten Theil, so erhält man die Brennweite des zugehörigen

Augenglases, alles in rheinl. Zollen. Der Quotient beyder Brennweiten giebt die Vergrößerung.

Es sey z. B. des Objectivglases Brennweite 13 Schuh 4 Zoll = 160 Zoll, so giebt sie, durch 40 dividirt, den Quotienten 4, dessen Quadratwurzel 2 Zoll der Durchmesser der Apertur ist, und um seinen zehnten Theil vergrößert, die Brennweite des Augenglases $2\frac{2}{10}$ Zoll giebt. Der Quotient der 160 durch $2\frac{2}{10}$ giebt die Vergrößerung $72\frac{8}{11}$ mal.

Huygens berechnete durch diese Regel folgende Tabelle für die Verfertigung astronomischer Fernröhre.

| Brennweite des Objectivglases | Durchmesser der Apertur | Brennweite des Augenglases | Vergrößerung |
|---|---|---|---|
| rheinl. Schuhe | Zolle | Zolle | |
| 1 | 0,55 | 0,61 | 20 mal |
| 2 | 0,77 | 0,85 | 28 — |
| 3 | 0,95 | 1,05 | 35 — |
| 4 | 1,09 | 1,20 | 40 — |
| 5 | 1,23 | 1,35 | 44 — |
| 6 | 1,34 | 1,47 | 49 — |
| 7 | 1,45 | 1,60 | 53 — |
| 8 | 1,55 | 1,71 | 56 — |
| 9 | 1,64 | 1,80 | 60 — |
| 10 | 1,73 | 1,91 | 63 — |
| 15 | 2,12 | 2,27 | 79 — |
| 20 | 2,45 | 2,58 | 93 — |
| 25 | 2,74 | 2,84 | 104 — |
| 30 | 3,0 | 3,19 | 113 — |
| 40 | 3,46 | 3,75 | 128 — |
| 50 | 3,87 | 4,26 | 141 — |
| 60 | 4,24 | 4,66 | 154 — |
| 70 | 4,58 | 5,04 | 166 — |
| 80 | 4,90 | 5,39 | 178 — |
| 90 | 5,05 | 5,55 | 185 — |
| 100 | 5,48 | 6,30 | 190 — |

Auzout, ein französischer Mathematiker, überreichte der königlichen Societät zu London im Jahre 1665 eine

Tafel der Aperturen für astronomische Fernröhre (Philos. Transact. no. 4. p. 55.), in welcher sich ebenfalls der Aperturen Durchmesser, wie die Quadratwurzeln aus den Brennweiten der Objectivgläser verhalten. Aber **Auzout** giebt dem Objectivglase von 30 pariser Schuhen eine Oefnung von 3″ 8‴, wenn es vorzüglich gut, von 3″ 2‴, wenn es von etwas geringerer, und von 2″ 7‴, wenn es nur von gemeiner Güte ist. Man findet die Resultate seiner Tabelle, wenn man die Brennweite des Objectivglases mit 27, 36 und 54 dividiret, und aus den Quotienten die Quadratwurzel ausziehet. Die von Auzout berechnete Tafel reicht von 4 Zoll bis 400 Schuh Brennweite.

D. **Hook** (Philos. Trans. a. a. O.) bemerkt bey dieser Gelegenheit sehr richtig, daß selbst einerley Glas verschiedene Aperturen erfordere, je nachdem der betrachtete Gegenstand mehr oder weniger Licht aussende. So erfordern z. B. Venus und Jupiter eine geringere, Saturn und Mars eine größere Oefnung. Aus dieser Ursache schreibt **Wolf** (Elem. Dioptr. Probl. 37.) vor, Blendungen mit verschiedenen Aperturen in Vorrath auszuschneiden, und durch Probiren auszumachen, welche darunter für Gegenstände bey Tage, für die Sonne, für den Mond, die Venus u. s. w. die schicklichste sey.

Kleine Sternchen, besonders die Trabanten des Jupiters und Saturns zu beobachten, dienen am besten große Aperturen mit Augengläsern von großen Brennweiten, weil es hiebey nicht sowohl auf Vergrößerung, als auf Helligkeit, ankömmt. Allzukleine Oefnungen sind nie rathsam, weil bey ihnen die Bilder nicht allein matt, sondern auch undeutlich begrenzt ausfallen.

Für die Spiegeltelescope, wo die zurückgeworfenen Stralen nicht in Farben zerstreut werden, hat man bloß die Abweichung wegen der Gestalt des Spiegels zu betrachten, welche nicht groß ist, daher diese Telescope große Oefnungen zulassen. Nach Herrn **Kästners** Berechnung (**Smiths** Lehrbegrif der Optik, S. 190 u. f.) verhält sich im Spiegeltelescope, wenn die Brennweite des Hohlspie-

gels F, des Augenglases f, und der Durchmesser der Oefnung b heißt, die Undeutlichkeit, wie die Quadratzahl von $\frac{b^3}{F^2 f}$, die Helligkeit, wie die Quadratzahl von $\frac{bf}{F}$ Sollen daher beyde Eigenschafteu immer von derselben Größe bleiben, so müssen die Ausdrücke $\frac{b^3}{F^2 f}$ und $\frac{bf}{F}$. also auch ihr Produkt $\frac{b^4}{F^3}$, beständig seyn.

Nun war in Hadley's Spiegelteleskop (Philos. Trans. No. 376. 378.) $F = 62'', 5$; $f = 0'', 3$; $b = 5''$, mithin $\frac{b^4}{F^3} = \frac{625}{62{,}5^3} = \frac{10}{62{,}5^2}$ und $\frac{bf}{F} = 0{,}024$, woraus nach gehöriger Rechnung $f = 0{,}06 \sqrt[4]{10 F}$, und $b = 0{,}024 \frac{F}{f}$ folgt. Hieraus ergiebt sich folgende Tabelle (Smith S. 194.):

| Länge des Teleskops | Brennweite des Augenglases | Oefnung des Spiegels | Vergrößerung |
|---|---|---|---|
| Schuh | Zoll | Zoll | |
| $\frac{1}{2}$ | 0,167 | 0,864 | 36 mal |
| 1 | 0,199 | 1,440 | 60 — |
| 2 | 0,236 | 2,448 | 102 — |
| 3 | 0,261 | 3,312 | 138 — |
| 4 | 0,281 | 4,104 | 171 — |
| 5 | 0,297 | 4,848 | 202 — |
| 6 | 0,311 | 5,568 | 232 — |
| 7 | 0,323 | 6,240 | 260 — |
| 8 | 0,334 | 6,888 | 287 — |
| 9 | 0,344 | 7,536 | 314 — |
| 10 | 0,353 | 8,160 | 340 — |
| 12 | 0,367 | 9,360 | 390 — |
| 15 | 0,391 | 11,040 | 460 — |
| 17 | 0,403 | 12,143 | 506 — |

Vergleicht man diese Tabelle mit der für die astronomischen Fernröhre mitgetheilten, so findet man, daß zu einer hundertfachen Vergrößerung das astronomische Fernrohr 24 Schuh lang seyn müsse, da das Spiegelteleskop dazu nur 2 Schuh lang seyn darf. Die Oefnungen aber sind bey beyden ziemlich gleich, daher auch die Helligkeit einerley seyn würde. Also leistet das Spiegelteleskop hier bey einer 12mal geringern Länge eben so viel, als das gemeine Sternrohr. Könnte man dem Spiegel eine genau parabolische Krümmung geben, so würde die Abweichung wegen der Gestalt gänzlich wegfallen, mithin würde gar keine Einschränkung im Durchmesser des Spiegels nöthig seyn, und die dadurch ungemein verstärkte Helligkeit würde einem solchen Spiegelteleskope noch viel größere Vorzüge geben.

Dollond's wichtige Erfindung, s. den Artikel: Achromatische Fernröhre, setzt die Künstler in Stand, die Abweichung wegen der verschiedenen Brechbarkeit des Lichts fast gänzlich zu vermeiden; sie rühmen sich sogar, durch geschickte Zusammensetzung ihrer Objectivgläser die Abweichung wegen der Kugelgestalt großentheils aufheben zu können. Hiedurch fallen nun die Blendungen gänzlich weg, und man läßt in achromatischen Fernröhren das Licht durch die ganze Fläche des Objectivglases ungehindert einfallen. Dies vermehrt nicht allein die Helligkeit, sondern spricht auch den Künstler von dem Zwange los, den ihm sonst die Theorie des Huygens in Rücksicht auf die Vergrößerung auflegte. Denn da sich sonst die Vergrößerung wie die Quadratwurzel aus der Länge des Fernrohrs verhalten mußte, so kan man jetzt, vorausgesetzt, daß alle Abweichungen vermieden sind, jede beliebige Vergrößerung ohne Schaden der Deutlichkeit wagen. So vergrößerte Messier's achromatisches Fernrohr (Mém. de l'Acad. roy. des Sc. a. 1775. p. 213.) 120mal, ob es gleich nur 40 Zoll lang war, und an einer andern Stelle wird eben diesem Fernrohre, vermuthlich mit einem andern Augenglase versehen, eine 150fache Vergrößerung zugeschrieben, wozu nach der Theorie des Huy-

gens sonst ein 60 Schuh langes Rohr nöthig gewesen wäre.

Aphelium, s. Sonnenferne.

Apogäum, s. Erdferne.

**Apsiden**, Apsides, Auges, *Apsides ou Absides.* Die beyden Punkte einer Planetenbahn, in deren einem der Planet von der Sonne am weitsten entfernt, im andern derselben am nächsten ist. Taf. I. Fig. 17. sind es die beyden Punkte A und P. In A ist der Planet von der Sonne S am weitsten entfernt, in P derselben am nächsten. s. die Artikel: Sonnenferne, Sonnennähe.

Dieser Name kömmt schon bey den griechischen Schriftstellern vor. Er bedeutet eigentlich Umfang eines Rads, auch Krümmung eines Gewölbes, und ist dann den Hauptpunkten der krummlinichten Bahnen der Gestirne beygelegt worden. Plinius (Hist. nat. II. 15.) sagt: Prima circulorum (sc. puncta), quos Graeci absidas in stellis vocant. Der Name Auges kömmt von den Arabern her.

**Apsidenlinie**, große Axe der Planetenbahn, Linea apsidum, axis orbitae, *Ligne des apsides, le grand axe de l'orbite.* Die gerade Linie AP (Taf. I Fig. 17.) durch beyde Absiden A und P, s. Apsiden. Diese Linie ist die große Axe der elliptischen Planetenbahn, und geht also durch die Sonne, oder den Brennpunkt S, und durch den Mittelpunkt C.

Die Apsidenlinien oder großen Axen der Planetenbahnen verändern von Zeit zu Zeit ihre Lagen gegen die Fixsterne, und drehen sich um die Sonne nach der Ordnung der Zeichen, d. i. von innen heraus betrachtet von der Rechten zur Linken fort. Man s. von dieser Bewegung den Artikel: Sonnenferne.

Aquädukt, s. Wasserleitung.

**Aräometer**, Solwage, Salzspindel, Solspindel, Bierwage, Araeometrum, Hygrobaroscopium, Baryllion, *Areometre, Pese liqueur.* Ein Werkzeug, durch dessen Einsenkung in flüßige Materien, z. B.

Wasser, Solen, Biere rc. man die Verhältnisse der Dichten oder specifischen Schweren dieser Materien bestimmen kan. Der griechische Name Aräometer bedeutet ein Maaß der Dünne.

Die Theorie der Aräometer beruht auf folgenden Gründen. Die Dichten oder specifischen Schweren, D und d, zweener Körper, verhalten sich, wie die Quotienten ihrer Gewichte, P und p, durch ihre körperlichen Räume oder Volumina, V und v (s. Dichte und Schwere, specifische), oder es ist $D : d = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$. Ferner taucht ein schwimmender fester Körper sich in den flüßigen so tief ein, bis er so viel flüßige Materie, als mit ihm selbst gleich wiegt, aus der Stelle getrieben hat. (s. Schwimmen). Senkt man nun einen schwimmenden festen Körper, dessen Gewicht = P seyn mag in zwo verschiedene flüßige Materien, in deren erster er sich um den körperlichen Raum V, in der andern um den Raum v eintaucht, so haben diese Materien unter den gedachten Räumen beyde das Gewicht P, und es ist

$$\text{I.)}\quad D : d = \frac{P}{V} : \frac{P}{v} = v : V$$

Senkt man aber den festen Körper in beyden Materien bis an ein bestimmtes Merkmal oder beydemal um den Raum V ein, und findet, daß dazu bey der ersten flüßigen Materie sein Gewicht P, bey der andern p seyn müsse, so ist V der Raum, unter welchem die erste dieser Materien das Gewicht P, die andere das Gewicht p hat, daher

$$\text{II.)}\quad D : d = \frac{P}{V} : \frac{p}{V} = P : p.$$

Diese Sätze heißen mit andern Worten:

I.) Wenn ein Aräometer von unverändertem Gewichte in zwo flüßige Materien eingesenkt wird, so verhalten sich die Dichten dieser Materien umgekehrt, wie die Räume, um welche das Aräometer sich in dieselben eingetaucht hat.

II.) Wenn ein Aräometer in zwo flüßige Materien bis zu gleicher Tiefe, oder bis an ein daran befindliches Merkmal, eingesenkt wird, so verhalten sich die Dichten dieser Materien, wie die Gewichte, die man in beyden Fällen dem Aräometer hat geben müssen, um es gleich tief einzusenken.

Jeder dieser beyden Sätze giebt eine besondere Einrichtung des Aräometers. Man sieht leicht, daß diejenige vorzüglicher ist, welche sich auf den zweyten Satz gründet, weil sich Gewichte leichter und genauer bestimmen lassen, als körperliche Räume. Nach dieser Theorie werden sich nun die verschiedenen Einrichtungen des Aräometers übersehen und prüfen lassen.

Daß bereits im vierten Jahrhunderte nach C. G. etwas dem Aräometer ähnliches unter dem Namen Baryllion bekannt gewesen sey, erhellet aus dem funfzehnten Briefe des Bischofs zu Ptolemais, Synesius von Cyrene, der an seine Lehrerin, die berühmte Hypathia in Alexandrien, gerichtet ist. Fermat (Opera mathematica Fermatii. Tolosae 1679. fol. sub fin.) hat diese Stelle zuerst *richtig* erklärt. Ob aber dieses Baryllion unter die Erfindungen der Hypathia gehöre, ist ungewiß.

Unter den Deutschen scheint der Gebrauch solcher Werkzeuge zu Salzproben ziemlich alt zu seyn. Leupold (Theatr. Stat. univ. P. II. cap. 6.) führt an, daß Thölden in seiner 1603 herausgekommenen Halographie einer Solspindel (die aus einem hölzernen Cylinder, unten zugespitzt, und mit Bley ausgegossen, bestanden habe), als einer längst bekannten Sache gedenke.

Die gewöhnlichste Art der neuern Aräometer ist diejenige, die sich auf den ersten der obigen Sätze gründet. Diese hat Boyle (Philos. Transact. num. 24. p. 447.) beschrieben, und einige Jahre darauf (Phil. Trans. num. 115. p. 329.) auch als Goldwage zu brauchen gelehrt. Gewöhnlich besteht ein solches Werkzeug (Taf. I. Fig. 18.) aus einer Kugel B von dünnem Glas, an welche an einer Glaslampe ein langer dünner Stiel oder Hals AC und eine kleinere Kugel S angeblasen wird. In diese Kugel S

bringt man etwas Schrot oder Quecksilber, dessen Gewicht den Schwerpunkt des ganzen Instruments tief herabbringt damit es beym Einsenken ins Wasser aufrechtstehend erhalten werde, und nicht umschlage. Die Höhlungen B und g müssen so groß seyn, daß durch Einsenkung in Liquoren allezeit mehr Liquor aus der Stelle getrieben wird, als das ganze Instrument wiegt, weil es sonst nicht schwimmen würde. Dieses Werkzeug nun taucht sich, dem ersten der obigen Sätze gemäß, in leichtere Liquoren tiefer, in dichtere oder schwerere weniger ein; es wird z. B. im Salzwasser bis D, im Wasser bis E, im Weine bis F, im Weingeiste bis G, einsinken. Eine am Stiele AC angebrachte Theilung zeigt, wie weit es sich in jeden Liquor senke, also welcher unter zweenen der schwerere und leichtere sey; obgleich dies allein noch nicht hinreichend ist, das Verhältniß beyder specifischen Schweren in Zahlen anzugeben.

Man hat dieses sehr wesentlichen Mangels ohngeachtet das Aräometer dennoch unter der angegebnen Gestalt lang genug gebraucht, und zu verschiedenen Absichten angewendet. Man hat es aus Glas, Holz, Horn, Bernstein, Kupfer, Messing, Silber rc. verfertiget, und dem Stiele AD entweder willkührliche Theile von gleicher Größe, oder auch nur ein einziges aufgemahltes oder eingeschnittenes Merkmal gegeben, um dadurch anzuzeigen, wie tief sich das Instrument in einen gewissen Liquor eintauchen müsse, wenn er genau die gehörige Güte haben solle. Von dieser Art sind die von Bernstein verfertigten Danziger Bierproben, die ein zu leichtes Bier anzeigen, wenn sie sich darein tiefer, als bis an das gemachte Merkmal, tauchen. Man hat auch zu andern Absichten die Größe der Theile durch angestellte Versuche bestimmt, oder das Aräometer graduirt. Löset man z. B. zuerst in 99 Loth Wasser ein Loth Salz, dann in 98 Loth Wasser zwey Loth Salz u. s. w. auf, so erhält man künstliche Solen, die auf 100 Loth Sole 1, 2 u. s. w. Loth Salz enthalten, dergleichen man bey uns einlöthige, zweylöthige rc. Solen zu nennen pflegt. Senkt man das Aräometer in

eine dieser Solen nach der andern ein, und bemerkt mit Zeichen am Stiele, wie tief es in jeder sinket, so geben diese Zeichen eine Theilung, welche zur Prüfung des Salzgehalts natürlicher Solen dienet. Denn wofern man annehmen darf, daß jede natürliche zweylöthige Sole eine gleiche specifische Schwere mit der künstlich bereiteten zweylöthigen u. s. w. habe, so folgt, daß das Aräometer in beyde gleich tief einsinken müsse. Unter dieser Gestalt bekömmt das Instrument den Namen der Solwage, Gradirwage, Salzprobe, Salzspindel, wovon Leupold (Theatr. stat. univers. P. II. c. 6.) verschiedene Arten beschreibt. Aber die Schwierigkeit, bey so vielerley Versuchen den Punkt des Einsinkens jederzeit genau zu bemerken und richtig zu bezeichnen, macht, daß man sich von der Vollkommenheit eines solchen Werkzeugs insgemein nicht viel versprechen kan.

Man sieht leicht, daß sich auf eine ähnliche Art auch Bierproben zubereiten lassen. So hat Faggot (Abh. der königl. schwed. Akad. der Wiss. übers. durch Kästner, für 1763. S. 49.) für das schwedische Bier, ein solches Aräometer ins stärkste Bier und in Mischungen von 3, 2, 1 Theilen Bier mit 1, 2, 3 Theilen Wasser zu senken und die Punkte des Einsinkens zu bemerken, vorgeschlagen. Und, weil man nicht überall gleich gutes Starkbier finden möchte, räth er an, künstliche Solen zu verfertigen, welche mit den angegebnen Bierarten (von welchen ein Cubikzoll 563, 558½, 554, 550 Aß wog) gleiche Schwere hätten, und die Bierprobe in diesen Solen zu graduiren. Vielleicht wäre dieser Vorschlag für die Praxis nicht unbrauchbar; es müste aber für jede Sorte von Bier, deren wir bey uns so vielerley haben, eine besondere Probe verfertiget werden. Die Graduirung durch Solen ist auch nur dann sicher, wenn stets Salz und Wasser von gleicher Art, auch unter gleichen Graden der Wärme, gebraucht wird.

Da es so mühsam und unsicher ist, jeden Grad eines Aräometers durch einen besondern Versuch zu bestimmen, so haben einige vorgeschlagen, nur zwey feste Punkte

durch wirkliche Versuche zu bestimmen, und den Zwischenraum in gleiche Theile zu theilen. Es ist aber zu bemerken, 1. daß hiebey der Stiel des Aräometers vollkommen cylindrisch seyn müsse, welches bey gläsernen Röhren nicht so leicht zu erhalten ist; 2. daß auf diese Art die Grade der Theilung nicht völlig gleiche Unterschiede der Dichtigkeiten oder specifischen Schweren angeben, mithin noch eine Rechnung nöthig ist, wenn man die wahren Verhältnisse der Dichten finden will.

Ein solches Aräometer (Tafel I. Figur 19.) schlägt Musschenbroek (Introd. ad Philos. natur. To. II. §. 1384.) vor. Es soll sich im Regenwasser, mit Hülfe eines unten angeschraubten Gewichts, ganz bis ans Ende des Stiels, und in einem Liquor, der unter dem Volumen des Aräometers 40 Gran schwerer, als Regenwasser, ist, nur bis an den Anfang des Stiels eintauchen. Nun theilt er den Stiel in 40 gleiche Theile, und meynt, so werde sich beym Einsinken in einen andern Liquor zeigen, wie viel derselbe schwerer sey, als Regenwasser. Für Liquoren, welche leichter, oder über 40 Gran schwerer, als Wasser wären, müßten unten leichtere oder schwerere Gewichte angeschraubt werden. Da sich Musschenbroek nicht ganz deutlich ausdrückt, so könnte man dies so verstehen: Wenn das Wasser unter dem Volumen des Aräometers 100 Gran wiegt, und das Instrument in einem schwerern Liquor nicht ganz untertaucht, sondern um 1 Theil des Stiels hervorragt, so soll dieser Liquor unter eben dem Volumen 1 Gran mehr wiegen, also das Verhältniß der Dichten 100 : 101 seyn. Daß dies theoretisch unrichtig wäre, lehrt folgende Betrachtung: Soll sich das Aräometer in einem Liquor, von welchem 140 Gran so viel Raum einnehmen, als 100 Gran Wasser, nur bis C (Taf. I. Fig. 19.) eintauchen, so muß das Volumen von PC $\frac{100}{140}$, das Volumen des Stiels AC $\frac{40}{140}$, und ein Grad der Theilung $\frac{1}{140}$ des ganzen Volumens PA ausmachen. War also im Wasser alles eingetaucht, und ragt jetzt in einem Liquor $\frac{1}{140}$ hervor, oder sind jetzt nur $\frac{139}{140}$ eingetaucht, so ist das Verhältniß der Dichtigkeiten nach dem ersten der

obigen theoretischen Sätze = 139 : 140, nicht wie oben 100 : 101. Ragen 7 Theile hervor, oder sind 33 eingetaucht, so ist es 133 : 140; und überhaupt, wenn das Aräometer p Gran Wasser aus der Stelle treibt, und die Anzahl der eingetauchten Grade der Theilung n heißt, $p + n : p + 40$; nicht, wie oben $p : p + 40 - n$. So verstanden, ist Musschenbroeks Theorie richtig; er scheint auch die Sache so genommen zu haben, weil er in der Figur die Theile am Stiele von unten hinauf zählt, und also die eingetauchten, nicht die hervorragenden, in Ansatz bringt. Aber seine Worte lassen auch die oben angegebne falsche Erklärung zu. Uebrigens soll das Werkzeug von Messing seyn, und wegen des Anhängens der Liquoren nur für die gröbere Praxis bestimmt bleiben. Die Verfertigung desselben nach den vorgeschriebnen Bedingungen würde allemal höchst mühsam, und denen, die sich mit der gröbern Praxis befriedigen, gar nicht vorzuschlagen seyn.

Eine andere auf zween feste Punkte gegründete Einrichtung des Aräometers hat Herr Baume (Avant-Coureur 1768. no. 45, 50, 51, 52; 1769 no. 2.) vorgeschlagen. Sie soll den Grad der Rectification geistiger Liquoren und die specifische Schwere derselben zugleich angeben; da aber, wie Brisson (Mém. de l' Acad. roy. des Sc. 1769.) zeigt, beym Weingeiste die Rectification dem Grade der specifischen Schwere nicht proportional ist, so kan beydes zugleich nicht mit einerley Werkzeuge gemessen werden. Uebrigens senkt Baume das Aräometer zuerst in eine Mischung von 9 Theilen Wasser und 1 Theil trocknen Kochsalzes und dann in reines Wasser, bemerkt die Punkte des Einsinkens mit 0 und 10, theilt den Zwischenraum in zehn gleiche Grade, und trägt solche Grade bis 50 auf dem übrigen Theile des Stiels fort. Er erhält auf diese Art eine Scale mit gleichen Theilen, welche nie gleiche Unterschiede der Dichtigkeiten anzeigen. Zwar sucht er auch nicht Verhältnisse der Dichtigkeiten selbst zu bestimmen, sondern nur durch seine Vorschriften alle Aräometer mit einander übereinstimmend zu machen, so daß man durch den Grad derselben die Dichte oder Güte eines

Liquors auf eine überall verständliche Art ausdrücken könne. So soll 0 Grad die Dichte eines Liquors, der $\frac{9}{10}$ Wasser und $\frac{1}{10}$ Salz hat, 10 Grad die Dichte des Wassers bezeichnen. Nun ließen sich zwar hieraus die Verhältnisse der Dichten selbst berechnen, wenn die Dichte der zum festen Punkte gebrauchten Sole bekannt wäre; allein da Salze von verschiedener Art auf das Wasser verschiedentlich wirken, und also Gemische von andern Dichtigkeiten geben können, wenn sie gleich in einerley Verhältniß mit dem Wasser vermischt werden, so ist man nie sicher, aus 9 Theilen Wasser und einem Theile Salz überall eine gleich dichte Sole, und eine mit andern übereinstimmende Theilung des Aräometers zu erhalten; und für die geistigen Liquoren ändern sich die Dichtigkeiten, die sie durch Vermischung mit Wasser annehmen, noch unregelmäßiger.

Die von den Ständen in Languedoc 1771 und 1773 aufgegebnen Preisfragen über die beste Art, die Güte der geistigen Liquoren zu prüfen, haben noch andere Vorschläge zu Branntewein- und Weingeistproben von den Herren Poncelet, Pouget und Bories veranlasset, welche anzuführen hier zu weitläuftig wäre.

Da die Bestimmung zweener festen Punkte durch Versuche unsicher ist, weil es Schwierigkeit macht, außer dem destillirten oder Regenwasser, noch einen Liquor von stets gleicher Dichte zu erhalten, und da die gleichen Theile der Scale niemals gleiche Unterschiede der Dichtigkeiten geben, so hat man vorgeschlagen, das Aräometer durch Veränderung seines Gewichts so zu graduiren, daß es durch den Punkt seines Einsinkens sogleich die Dichte des Liquors anzeige. Diese sinnreiche Methode lehrt Brisson (Dictionnaire de Physique, art. *Arèometre*). Es sey die Dichte des Wassers zur Dichte eines Liquors $= D : d$; im Wasser senke sich das Aräometer um den Raum $b$ ein, so muß es sich im Liquor um den Raum $\frac{bD}{d}$ einsenken (weil sich die Räume umgekehrt wie die Dichten verhalten müssen). Soll es sich nun im Wasser

eben so weit, oder auch um den Raum $\frac{bD}{d}$ einsenken, so muß sein Gewicht, welches wir p nennen wollen, verändert werden. Mit dem anfänglichen Gewichte p sank es im Wasser um den Raum b ein, also wird es, um den Raum $\frac{bD}{d}$ einzusinken, das Gewicht $\frac{pD}{d}$ haben müssen (weil sich die Räume des Einsinkens in einerley flüßige Materie, wie die Gewichte, verhalten). Verändert man also das Gewicht p in $\frac{D}{d}$ d. h. vermehrt man es um $\frac{pD}{d} - p = p.\frac{D-d}{d}$, so sinkt das Instrument im Wasser so tief ein, als es unter seinem anfänglichen Gewichte p in einen Liquor von der Dichte d einsinkt. Nimmt man nun die Dichte des Wassers = 1000 an, und läßt d nach einander 990, 980, 970 rc. gelten, so wird $p.\frac{D-d}{d}$ nach einander $\frac{10}{990}$ p, $\frac{20}{980}$ p, $\frac{30}{970}$ p rc. Hierauf gründet sich folgendes Verfahren. Man wiege das Aräometer genau, senke es in destillirtes oder in Regenwasser unter einem bestimmten Grade der Wärme (wozu Brisson den 14ten Grad des Reaumürischen Thermometers vorschlägt), und bezeichne den Punkt, bis auf den es einsinkt, mit 1000. Man vermehre hierauf das anfängliche Gewicht des Instruments durch etwas hinzugegossenes Quecksilber um $\frac{10}{990}$ oder $\frac{1}{99}$, senke es von neuem ein, und bemerke den Punkt mit 990; man nehme das hinzugethane Quecksilber wieder hinweg, vermehre das anfängliche Gewicht um $\frac{20}{980}$ oder $\frac{1}{49}$, und bemerke den Punkt des Einsinkens mit 980 u. s. w. So ist das Werkzeug von 10 zu 10 Graden für leichtere Liquoren, als Wasser, graduirt. Um einzelne Grade zu haben, kan man entweder die Zwischenräume in 10 gleiche Theile theilen, oder, wenn man die Genauigkeit aufs höchste treiben will, die Punkte für die Dichten 999, 998 rc. durch Vermehrung des anfänglichen Gewichts um $\frac{1}{999}$, $\frac{2}{998}$ rc. suchen.

Für schwerere Liquoren, als Wasser, wird D—d negativ, und das anfängliche Gewicht p ist um $\frac{d-D}{d}$. p zu vermindern. Diese Verminderungen betragen $\frac{10}{1010}$, $\frac{20}{1020}$, $\frac{30}{1030}$ ꝛc. für die Dichten 1010, 1020, 1030 ꝛc.; woraus das Verfahren leicht erhellet. Endlich giebt man dem Instrumente sein anfängliches Gewicht p wieder; und wenn es sich nun bey einer Temperatur von 14 Graden nach Reaumür in einen gewissen Liquor bis an den mit 980 bemerkten Punkt senkt, so kan man schließen, daß des Liquors Dichte zur Dichte des Wassers wie 980 : 1000 sey. Diese Methode würde vor allen andern den Vorzug verdienen, wenn nicht die Ausführung äußerst mühsam wäre. Sie ist nicht von der Art, daß man sie gemeinen Mechanikern überlassen könnte; die Physiker müssen sich dergleichen Werkzeuge selbst verfertigen.

Zum genauern Graduiren empfiehlt Brisson folgende von Montigny (Mém. de l'Academ. roy. des Sc. 1768. p. 435.) angegebne Methode. An der Seite des Gefäßes VV Taf. I. Fig. 20 geht der elfenbeinerne Stab CD in die Höhe, und ist mit einem wohlgearbeiteten messingnen Schieber EF versehen. Man füllt das Gefäß mit Regenwasser, und giebt stets Acht, daß dasselbe darinn gleich hoch stehe. Das bis G eingesenkte Aräometer reiche mit dem Ende des Stiels bis A, so wird der Schieber so gestellt, daß er A genau berührt, und auf dem elfenbeinernen Stabe DG wird bey g ein Strich mit Bleystift gemacht. Sinkt in andern Liquoren, oder unter anderm Gewichte, das Aräometer bis H, I ꝛc. ein, so wird der Schieber die Punkte h, i ꝛc. angeben, und die Bleystiftstriche g, h, i geben eine Theilung, welche vom elfenbeinernen Stabe auf ein Papier gebracht, und umgekehrt in das Aräometer befestiget wird, so daß der Punkt D, der beym ersten Einsenken der Oberfläche des Wassers im Gefäße VV gegenüberstand, an das Ende des Stiels A kömmt, und die Theilung in die Lage G, H, I bringt. Der Schieber muß an den Stab GD nur auf drey Seiten anschließen,

und die vierte, auf welche die Bleystiftstriche kommen, frey lassen, damit er beym Fortschieben nichts auslösche. Graduirt man nach Brissons Art, so muß das Papier, auf welches die Theilung kommen soll, mit gewogen, und sein Gewicht in das anfängliche Gewicht des Aräometers mit eingerechnet werden.

Aus der bisherigen Theorie läßt sich auch die Einrichtung übersehen, die le Raz de Lanthenee in einer kleinen Schrift von 32 Seiten 12mo vorgeschlagen hat, und welche von Brisson (Dictionnaire de phys. art. *Areometre*) angeführt wird. Sie scheint eine etwas veränderte Nachahmung der Musschenbroekischen zu seyn. Er senkt nemlich ein Aräometer, welches 1000 Gran wiegt, in Wasser, vermehrt hierauf das Gewicht um 40 Gran, senkt es nochmals ein, und theilt den Raum zwischen beyden Punkten in 40 gleiche Theile. Er bekömmt hiedurch zu festen Punkten die Dichte des Wassers und die Dichte eines $\frac{40}{1040}$ oder $\frac{1}{26}$ leichtern Liquors; und so ist sein Aräometer allerdings vorzüglicher, als die, welche zur Bestimmung des zweyten Punkts die Bereitung einer Sole u. dgl. voraussetzen. Auch ist es richtig, daß bey einem Aräometer, welches nicht gerade 1000 Gran wiegt, die Zulage statt 40 Gran, eine andere seyn muß, die sich aber zum Gewichte des Aräometers verhält, wie 40 : 1000, z. B. bey einem Aräometer von 800 Gran darf man nur 32 Gran zulegen. Man muß aber dennoch in 40 Theile theilen, wenn solche Aräometer mit einander übereinstimmen sollen, und die Behauptung des Erfinders, man müsse in so viel Theile theilen, als man bey der Bestimmung des zweyten Punkts Grane zugelegt habe, ist ein offenbarer Irrthum. Uebrigens ist bey diesem Werkzeuge, wenn sein Gewicht in Granen p, und die Zahl der eingetauchten Grade der Theilung n heißt, des Wassers Dichte zu des Liquors Dichte, wie $p + n : p$.

Noch eine sehr einfache Art des Aräometer gäbe ein bloßes Stäbchen ohne Kugel, wie AB, Taf. II. Fig. 21., das etwa von einem leichten aber festen Holze verfertiget und überfirnißt werden könnte. Das Stäbchen müste ein

genau gearbeitetes rechtwinklichtes Parallelepipedum seyn, und längst der Mitte jeder Seitenfläche müste eine etwa in 1000 Theile getheilte Linie herabgehen, auf der man auch bey einer schiefen Lage des Stäbchens, dennoch das Verhältniß des eingetauchten Theils zum Ganzen richtig würde bemerken können. Ein solches Stäbchen würde sich in einen Liquor gesenkt, und bey E an einem Faden gehalten (nicht gezogen), bis D, z. E. um 600 Theile einsenken. Sänke es nun im Regenwasser um 550 Theile ein, so würde sich des Regenwassers Dichte zu des Liquors Dichte, wie 600 : 550 verhalten. Ich habe diese Einrichtung in den hydrostatischen Vorlesungen meines ehemaligen Lehrers, des Prof. Heinsius in Leipzig, kennen gelernt, der sie zu Prüfung der specifischen Schweren der Mineralwasser vorschlug.

Es ist zu verwundern, daß man die bisher beschriebenen Aräometer, welche die Dichte der Liquoren durch die Tiefe des Einsinkens messen, noch immer beybehält, und so viel daran künstelt, da doch die Bestimmung der festen Punkte und das Graduiren so viel Mühe und Unzuverlässigkeit veranlassen, daß Instrumente dieser Art aller angewandten Bemühungen ohngeachtet doch immer unvollkommen bleiben werden. Die Begierde, sogleich an einer Scale zu sehen, wie gut oder dicht ein Liquor sey, ohne daß es erst einer Rechnung bedürfe, mag wohl die Ursache davon seyn; es heißt aber nicht die Chymiker ehren, wenn man ihnen unzuverläßige Weingeistproben in die Hände giebt, um ihnen eine Division zu ersparen.

Weit einfacher, leichter zu verfertigen, und in der Anwendung sicherer ist dasjenige Aräometer, welches die Dichten der Liquoren durch Gewichte abmißt. Es führt gemeiniglich den Namen des Fahrenheitischen allgemeinen Aräometers, obgleich nach Leupold (Theatr. Stat. P. II. §. 28. 29.) schon Moncony, ein Arzt in Lyon († 1665) in seiner Reisebeschreibung, auch der P. Feuillee (Journal des observ. de phys. Paris 1714. 4.) ähnliche Einrichtungen beschreiben. Dieses Instrument besteht aus einer hohlen gläsernen oder messingnen Kugel B

(Taf. II. Fig. 22.), an welcher sich unten noch eine andere mit etwas Quecksilber oder Schrot beschwerte S befindet. Der Hals AC ist sehr dünn, und hat oben bey A eine kleine Schale, um leicht Gewichte hineinwerfen zu können. Am Halse befindet sich bey a ein Merkmal. An Moncony's Wage fehlen die Schale A und das Merkmal a; denn die Gewichte werden wie Ringe geformt und auf den etwas stärkern Hals aufgesteckt, und das Instrument wird bis an die Spitze eingesenkt; bey Feuillée's Angabe fehlt nur die Schale, und die Gewichte, als durchlöcherte Blättchen geformt, werden über den Hals auf die Kugel gelegt; bey Leutmanns Angabe (Comm. Petropol. T. V. p. 273.) ist die Röhre CA offen, und die Gewichte werden durch die Oefnung A hineingeworfen.

Um ein solches Werkzeug zu gebrauchen, muß zuerst das Gewicht desselben = p sorgfältig bestimmt werden. Man senkt es hierauf in destillirtes oder Regenwasser, und legt in die Schale A so viel Gewicht = q, bis es sich bis an das Merkmal a eintaucht. Muß man nun, um es in einem Liquor eben so weit einzutauchen, das Gewicht r in die Schale legen, so ist nach dem zweyten der im Anfang dieses Artikels vorgetragnen Sätze des Wassers Dichte zu des Liquors Dichte, wie das ganze Gewicht des Werkzeugs beym erstern Einsinken zum ganzen Gewichte beym letztern, oder wie $p + q : p + r$. Wiegt zum Beyspiel das Aräometer 496 Gran, und müssen im Regenwasser 32, in einer Sole 64 Gran zugelegt werden, so verhalten sich beyder Dichten oder specifische Schweren, wie $496 + 32 : 496 + 64 = 528 : 560 = 1 : 1{,}060$.

Es fällt in die Augen, wie weit dieses Instrument die vorherbeschriebenen an Simplicität, Leichtigkeit der Ausführung und Sicherheit des Resultats übertrift. Es bleibt nur noch die Einwendung übrig, daß das Anhängen der Liquoren verhindere, genau wahrzunehmen, wenn der Liquor gerade bis an das Merkmal reiche. Diese Einwendung trift aber auch die Aräometer von jener Classe, und der zu besorgende Fehler ist bey einem dünnen Halse ganz unbeträchtlich. Noch wäre zu befürchten, daß es bey

allzuviel oben eingelegten Gewichten umschlagen möchte; allein ein nachdenkender Künstler wird die Einrichtung leicht so treffen, daß nie starke Gewichte eingelegt werden dürfen, und S immer schwer genug bleibt, um das Ganze aufrecht zu erhalten. Es sollten also die Naturforscher billig mehr Gebrauch von dieser Einrichtung machen, als insgemein zu geschehen pflegt.

Wie man die Aräometer als Goldwagen gebrauchen könne, beschreibt Cornelius Meyer (Nuovi Ritrovamenti divisi in due parti. Rom. 1696. fol.). Er hat seine Methode um das Jahr 1668 erfunden, und giebt a. a. O. sechs verschiedene Arten solcher Goldwagen an, worunter die meisten dem Fahrenheitischen Universalaräometer sehr ähnlich sind. Man hängt unten eine ächte Goldmünze an, und bemerkt, wie weit sich das mit ihr beschwerte Instrument ins Wasser tauche. Eine falsche Münze unten angehangen, wird es nicht so weit eintauchen. Meyer erzählt, die Generalstaaten hätten ihn durch Abgeordnete um Mittheilung dieser Erfindung ersuchen lassen. Boyle hat sein dazu dienliches Instrument 1674 in den Transactionen bekannt gemacht, und Leupold (Theatr. Stat. univers. P. II. c. 6.) handelt von der ganzen Sache sehr umständlich.

Bey dem Gebrauche aller Aräometer überhaupt sind folgende von Nollet (Leçons de Phys. To. II. p. 388.) angegebne Vorsichtsregeln zu beobachten.

1) Die Liquoren, in welche man das Aräometer einsenkt, müssen jederzeit auf einerley Grad der Wärme gebracht werden. Andere Grade der Wärme würden die Dichte des Liquors sowohl, als das Volumen des Werkzeugs, ändern.

2) Bey Aräometern, die durch Eintheilung in gleiche Theile graduirt werden, muß der Stiel genau cylindrisch, d. i. durchgehends von gleicher Dicke seyn. Unregelmäßige und ungleich dicke Stücken geben bey gleich getheilter Länge nicht gleich getheilte Volumina.

3) Beym Einsenken müssen die Aräometer genau senkrecht stehen. Eine schiefe Stellung verhindert, den Punkt des Einsinkens genau zu beobachten.

4) Das Instrument muß stets sehr rein und sauber gehalten, auch, ehe man es aus einem Liquor in den andern bringt, sorgfältig abgetrocknet werden. Auf den Liquoren selbst darf kein Schaum seyn, weil Luftblasen sich an das Werkzeug hängen, und es höher, als gehörig, emporheben würden. Bey aller dieser Vorsicht bleibt es noch immer schwer, den Punkt des Einsinkens mit der gehörigen Genauigkeit zu bemerken, weil manche Liquoren genauer an das Glas anschließen, als andere, auch viele am Glase mehr oder weniger in die Höhe steigen.

Zum Beschluß dieses Artikels will ich noch eines Instruments gedenken, welches zwar nach der oben angegebnen Definition nicht unter die Aräometer gehört, aber doch zu Abmessung der Dichte der Liquoren dient, und von seinem Erfinder den Namen eines Aräometers bekommen hat. Es ist von Homberg (Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1699.) angegeben worden, und besteht aus einem gläsernen Gefäße ABCD Taf. II. Fig. 23., dessen Hals so eng ist, daß ein Wassertropfen darinn 6—7 Lin. Raum einnimmt; oben ist er trichterförmig ausgeschweift. An der Seite bey D geht eine eben so enge 6 Lin. lange Röhre mit AB parallel heraus, um der Luft einen Ausgang aus dem Gefäße zu verstatten. Wenn man dieses Gefäß allemal bis an das Merkmal e mit einem Liquor füllet, so hat man wegen des engen Halses, der keinen beträchtlichen Fehler dabey verstattet, immer einerley Volumen der Liquoren. Wiegt man also das Gefäß zuerst mit einem und dann mit dem andern Liquor bis e gefüllt, und zieht von beyden Gewichten das Gewicht des leeren Gefäßes ab, so hat man die Gewichte der beyden Liquoren unter einerley Volumen, welche sich wie ihre specifischen Schweren verhalten. Der hiebey zu besorgende Fehler kan wegen der Enge des Halses nicht groß seyn; es entsteht aber daraus zugleich die Unbequemlichkeit, daß der Hals ein Haarröhrchen wird, und das Anhängen der Liquoren ungemein befördert.

Armillarsphäre, s. Ringkugel.
Armirung des Magnets, s. Magnet.

**Arsenik**, Arsenicum, *Arsenic*. Diese Materie ist der metallische Kalch eines eignen Halbmetalls, des Arsenikkönigs, unterscheidet sich aber von den übrigen metallischen Erden durch ihre Flüchtigkeit, Auflösbarkeit im Wasser, Geruch und Geschmack, Verwandtschaft mit den übrigen Metallen und Schmelzbarkeit. Diesen Eigenschaften nach muß man den Arsenik für eine mit einer eignen Säure verbundne metallische Erde erklären. Der Arsenikkönig, den man durch Zusatz von mehrerem Brennbaren aus diesem Kalche erhält, ist ein weißes bläuliches Halbmetall, dessen specifische Schwere etwa 8, 31 mahl so groß, als die Schwere des Wassers ist. Er wird an der Luft bald gelb und schwarz, ist sehr brüchig und äußerst flüchtig, brennt auch an der Luft mit einer bläulichen Flamme und einem starken, wie Knoblauch, riechenden Dampfe.

Man findet den Arsenik in verschiedenen Kobaltarten, im weißen Kies oder Mißpickel, und vielen andern Erzen, weil er ein Vererzungsmittel ist. Man sammelt ihn in Sachsen vornehmlich bey der Bereitung der Schmalte aus dem Kobalt auf. Der uneigentlich sogenannte Scherbenkobalt ist ein wahrer Arsenikkönig. Mit dem Schwefel verbunden giebt der Arsenik den gelben und rothen Arsenik, welche etwas feuerbeständiger sind, und durch die Kunst bereitet werden. Natürlich gefunden heißt der gelbe Operment (Auripigmentum, *Orpiment*, *Rizigal jaune*), der rothe Sandarac oder Rauschgelb (Realgar, *Rizigal rouge*). Der Arsenik wird in der Färbekunst zu Erhöhung der Farben, in den Compositionen des Prinzmetalls und Argent haché zur Beförderung des Glanzes und der Politur gebraucht. Er ist ein sehr heftiges ätzendes Gift, und daher sein Gebrauch in der Arzneykunde gänzlich zu unterlassen, und selbst bey Bearbeitungen desselben die möglichste Behutsamkeit anzuwenden.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Arsenik.

**Arſenikſäure**, Acidum Arſenici, *Acide d'arſenic.* Schon längſt hatten die Chymiſten den Arſenik wegen einiger ſeiner Eigenſchaften unter die Claſſe der Salze geſetzt, und die Salzſäure oder die Vitriolſäure für einen ſeiner Beſtandtheile angeſehen. Endlich haben es Scheele (Abhdl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſ. 1775. Qu. IV. no. 1.) und Bergmann (Nov. acta Vpſal. To. II. pag. 208. ingl. Diſſ. de arſenico. Vpſal. 1777. 4.) deutlich erwieſen, daß der Arſenik eine eigne von allen andern unterſchiedene Säure enthalte, welche durch das Brennbare erſt zu einem Arſenik und bey mehrerer Sättigung damit zu einem beſondern Halbmetalle wird, und deren Neigung, ſich mit dem Brennbaren zu vermiſchen, ungemein groß iſt, woraus wohl auch die ſchädlichen Wirkungen des Arſeniks auf den menſchlichen Körper, deſſen Theile er durch Anziehung ihres Brennbaren zerſetzt, zu erklären ſeyn dürften.

Leonhardi in Macquer's chym. Wörterbuch, Art. Arſenikſäure.

**Aſcenſion**, ſ. Auſſteigung.

**Aſcenſionaldifferenz**, Differentia aſcenſionalis, *Difference aſcenſionelle.* Der Unterſchied zwiſchen der geraden und ſchiefen Aufſteigung eines Geſtirns, ſ. Aufſteigung, gerade und ſchiefe; oder der Bogen des Aequators OD (Taf. II. Fig. 24.), welcher zwiſchen dem mit dem Geſtirn S zugleich aufgehenden Punkte O, und dem Abweichungskreiſe PSD enthalten iſt, und alſo den Unterſchied der Bogen VD und VO, oder der geraden und ſchiefen Aufſteigung ausdrückt.

Aus der Aequatorhöhe des Orts AH, welche dem Winkel O gleich iſt, und der Abweichung des Geſtirns SD, und die Aſcenſionaldifferenz OD durch Auflöſung des rechtwinklichen Kugeldreyecks ODS gefunden, wo
$\sin tot : \sin OD = tang. O : tang SD$, oder (für $\sin tot = 1$)

$$\text{Sin. Aſc. diff.} = \frac{\text{tang. Abweich.}}{\text{tang. Aequ. höhe}} = \text{tang. Abw.} \times \text{tang. Polhöhe.}$$

Durch dieſe Formel ließen ſich leicht Tafeln berechnen, in welchen man für die Polhöhe jedes Orts und für die Ab-

weichung jedes Gestirns die zugehörige Ascensionaldifferenz aufschlagen könnte.

Für ein Gestirn s in der südlichen Halbkugel ist die Abweichung ds der vorigen D S entgegengesetzt, also negativ welches der Formel gemäß eine ebenfalls negative Ascensionaldifferenz, wie O d in der Figur, giebt. Für Orte in der südlichen Halbkugel der Erde, deren Polhöhen negativ sind wenn die nördlichen positiv gesetzt werden, geben südliche Abweichungen wieder positive, nördliche Abweichungen negative Ascensionaldifferenzen.

Die Ascensionaldifferenz eines Gestirns dient zur Erfindung seiner schiefen Aufsteigung und seines Tagebogens. Es ist nemlich

$$\Upsilon O = \Upsilon D - OD$$

d. i. schiefe Aufst. = gerade Aufst. — Asc. diff.
wobey eine negative Ascensionaldifferenz, wie O d, statt subtrahirt zu werden, addirt werden muß.

Der zwischen dem Mittagskreise P A H p und dem wahren Morgenpunkte O enthaltene Bogen des Aequators A O ist = 90°, daher A D = 90° + Asc. diff. Da nun die Figur für den Augenblick des Aufgangs vom Gestirn S entworfen ist, so ist A der Punkt des Aequators, der sich beym Aufgange von S im Mittagskreise befindet; D aber derjenige Punkt, welcher mit dem Sterne S in den Mittagskreis kömmt. Vom Aufgange des Sterns bis zu seinem Durchgange durch den Mittagskreis verfließt also so viel Zeit, als der Bogen A D braucht, um sich durch den Mittagskreis zu schieben. Verwandelt man also diesen Bogen, oder 90° + Asc. differ., in Zeit, s. Aequator, Sternzeit, so hat man die Zeit vom Aufgange bis zum Durchgange durch den Mittag oder den halben Tagbogen in Zeit, welcher verdoppelt die Zeit vom Aufgange zum Untergange, oder die Dauer der Sichtbarkeit (moram supra horizontem) giebt.

Man sieht hieraus, wie die Tageslänge gefunden werde, wenn das Gestirn S die Sonne ist. Es ist nemlich

halbe Tageslänge = (90° + Asc. diff. d. ☉) in Zeit.

zwar rückt die Sonne durch ihre eigne Bewegung vom Morgen bis zum Mittag ein wenig fort, und der Punkt, welcher mit der Sonne in den Mittagskreis kömmt, ist nicht derjenige, der in der Figur mit D bezeichnet ist, und bey ihrem Aufgange durch den Abweichungskreis PSDp abgeschnitten ward; allein da das Fortrücken der Sonne in jedem Zeitraume gerade so viel Wirkung auf die Zeit äußert, daß es den in Sternzeit ausgedrückten Zeitraum in eben so viel wahre Sonnenstunden u. s. w. verwandelt, als er sonst, wenn die Sonne nicht fortgerückt wäre, Sternstunden rc. gehabt haben würde (s. Sonnenzeit), so darf man nur die Stunden rc. des in Sternzeit verwandelten Bogens AD geradehin für wahre Sonnenstunden annehmen, um die halbe Taglänge richtig in wahrer Sonnenzeit zu finden, oder es ist

halbe Taglänge in ☉zeit = (90° + Asc. differ.) in ✱zeit.

Die halbe Taglänge giebt, von 12 Stunden abgezogen, die halbe Nachtlänge; und da wir im bürgerlichen Leben unsere Stunden vom Mittage und der Mitternacht, d. i. von der Helfte des Tages und der Nacht zu zählen anfangen, so ist klar, daß wir bey Sonnenaufgang so viel Stunden zählen müssen, als die halbe Nachtlänge beträgt, bey Sonnenuntergang aber so viel, als die halbe Taglänge ausmacht.

Hieraus ergiebt sich folgende Berechnung der Tag- und Nachtlänge für den längsten Tag in Leipzig. Aus Leipzigs Polhöhe = 51° 19′ 41″ und der Abweichung der Sonne am längsten Tage = 23° 28′ 8″, findet sich durch die Formel

sin. Asc. diff. = tang. Abw. × tang. Polh.

die Ascensionaldifferenz der ☉ = 32° 50′ 40″

| | | | |
|---|---|---|---|
| die Ascensionaldifferenz der ☉ = | 32° | 50′ | 40″ |
| | 90 | 0 | 0 |
| 90° + Asc. diff. = | 122° | 50′ | 40″ |

In Sternzeit verwandelt, geben

| | St. | Min. | Sek. | Tert. | |
|---|---|---|---|---|---|
| 120° - - | 8 | 0 | 0 | 0 | |
| 2° - - - | | 8 | 0 | 0 | |
| 50′ - - - | | 3 | 20 | 0 | |
| 40″ - - - | | - | 2 | 40 | |
| halbe Tagl. in ☉zeit | 8 | 11 | 22 | 40 | St. des Unterg. |
| | 12 | 0 | 0 | 0 | |
| halbe Nachtlänge | 3 | 48 | 37 | 20 | St. des Aufg. |
| | St. | M. | S. | T. | |
| ganze Taglänge | 16 | 22 | 45 | 20. | |
| ganze Nachtlänge | 7 | 37 | 14 | 40. | |

Die Grade des Bogens AD oder 90° + Asc. diff. drücken zugleich die Größe des halben Tagbogens vom Gestirn S aus, s. Tagbogen. Zu Ersparung oder Erleichterung der Rechnungen hat man Tafeln, in welchen man aus der gegebnen Polhöhe des Orts und Abweichung des Gestirns den halben Tagbogen, schon in Sternzeit verwandelt, aufschlagen kan, dergleichen sich in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln, B. III. S. 233 u. f. unter der Aufschrift: Tafel für die halben Tagbögen, findet.

Negative Ascensionaldifferenzen sind, wie natürlich, von 90° abzuziehen, wenn man den halben Tagbogen finden will. Daher findet man für Tage des Winterhalbjahrs, wo die Sonne eine südliche Abweichung hat, für unsere Länder den halben Tagbogen kleiner als 90°, und die halbe Taglänge kürzer, als 6 Stunden.

Auf eben diese Art wird für die Sterne die halbe Dauer der Sichtbarkeit gefunden, wenn man den halben Tagbogen in Sternzeit verwandelt; nur daß hier die gefundene Zeit Sternzeit bleibt, weil die Annehmung derselben für wahre Sonnenzeit im vorigen Falle bloß eine Wirkung des Fortrückens der Sonne war, welches bey den Fixsternen wegfällt.

**Asche**, Cineres, *Cendres*. Dasjenige, was von den Körpern übrigbleibt, wenn sie durch die Verbrennung oder Calcination an freyer Luft ihres Brennbaren beraubt worden sind. Alle vegetabilische und thierische Materien lassen, an freyer Luft verbrannt, einen solchen erdichten, mehr oder weniger salzigen Rückstand übrig. So pflegt man auch einigen metallischen Erden, wenn die Metalle an freyer Luft verbrannt und calcinirt worden sind, den Namen Asche beyzulegen, z. B. Zinnasche: doch sollten diese mit dem gewöhnlichen Namen Kalch benennet werden.

Macquer chym. Wörterb. Art. Asche.

Ascii, s. Unschattichte.

**Aspecten**, Adspectus s. Configurationes planetarum, *Aspects*. Man giebt diesen Namen den verschiedenen Stellungen der Planeten im Thierkreise gegen einander. Da nemlich die Planeten, wozu hier auch Sonne und Mond gerechnet werden, in ihren eignen Bewegungen mit sehr verschiedener Geschwindigkeit fortgehen einander bald einholen, bald sich von einander entfernen rc., so kommen sie in verschiedene Stellungen oder Aspecten gegen einander, unter welchen folgende die vornehmsten sind.

Die Zusammenkunft, Conjunctio, *Conjonction*, (ihr Zeichen ist ☌) ereignet sich, wenn zween Planeten an einerley Orte des Thierkreises gesehen werden, oder, (da die kleinern selten ganz genau und bis zur wirklichen Bedeckung zusammentreffen) wenn sie über oder unter einerley Punkte der Ekliptik stehen, d. i. wenn sie einerley Länge haben, s. Länge, der Gestirne. Sie stehen dann wenigstens nahe bey einander, und ihr Abstand ist bloß dem Unterschiede oder der Summe ihrer Breiten gleich, welche niemals viel betragen können. Die Zusammenkünfte der Planeten sind für die Sternkunde sehr wichtig; genaue Beobachtungen derselben tragen zur vollkommnern Kenntniß des Planetenlaufs nicht wenig bey; daher die Conjunctionen der Planeten unter einander selbst, und die nähern Conjunctionen mit den im Thierkreise stehenden Fixsternen,

sehr sorgfältig in dem astronomischen Kalendern angegeben werden. Die Zusammenkunft des Monds mit der Sonne bestimmt den Augenblick des Neumonds, und ist, wenn beyde Körper einander nahe kommen, mit einer Sonnenfinsterniß begleitet. Auch für die Geographie sind die Beobachtungen der Zusammenkünfte und Bedeckungen wichtig, weil sich aus ihnen Folgerungen auf die wahre Lage der Beobachtungsorte auf der Erdkugel ziehen lassen.

Die Perioden, binnen welchen die Zusammenkünfte zweener Planeten wiederkehren, läßt sich aus den Zeiten ihres scheinbaren Umlaufs um den ganzen Himmel, T und t, durch die Formel $\frac{T\,t}{T - t}$ finden. Wenn also Saturn ohngefähr in 30, Jupiter in 12 Jahren den Thierkreis einmal zu durchlaufen scheinen, so kommen beyde in $\frac{30.\ 12}{30 - 12} = 20$ Jahren, d. i. alle 20 Jahre einmal in Zusammenkunft. Eben so läßt sich aus den Längen des Sonnenjahres und des siderischen Monats, die Zeit von einem Neumonde zum andern, der synodische Monat, berechnen, s. Monat.

Die Opposition oder der Gegenschein, Oppositio, *Opposition*, deren Zeichen ☍ ist, ereignet sich, wenn zweeen Planeten bey gegenüberstehenden Punkten der Ekliptik stehen, oder wenn ihre Längen um 180° verschieden sind. Alsdann geht der eine ohngefähr zu der Zeit auf, zu welcher der andere untergeht. Auch diese Stellung der Planeten gegen einander ist für die Sternkunde nicht unwichtig. Die Opposition des Monds und der Sonne giebt die Zeit des Vollmonds, und wird, wenn die Breite des Monds nicht groß ist, von einer Mondfinsterniß begleitet. Der obern Planeten Oppositionen mit der Sonne veranlassen Beobachtungen, die zur Kenntniß des Planetenlaufs und Weltsystems noch immer viel beytragen. Die übrigen Aspecten sind jetzt fast ganz ohne Nutzen für die Sternkunde.

Im Gedritt- oder Trigonalscheine, Geviert- oder Quadratscheine, Gesechst- oder Sextilscheine stehen zween Planeten, wenn sich ihre Längen um den dritten, vierten, sechsten Theil von 360°, oder um 120°, 90° 60° unterscheiden. Die Zeichen dafür sind △, □, ⚹. Diese Aspecten pflegt man noch immer in den Kalendern anzugeben, und sich dabey der angeführten Zeichen zu bedienen. So heißt △♃♂, Jupiter und Mars im Gedrittscheine; beym Monde pflegt man, weil er wegen seines geschwinden Laufs täglich in andere Aspecten kömmt, sein Zeichen wegzulassen. So heißt □♃: Jupiter steht mit dem Mond im Quadratscheine.

Der astrologische Aberglaube hat den Aspecten große Einflüsse in die Schicksale der Menschen und in die Begebenheiten der Staaten zugeschrieben. Die Zusammenkunft des Jupiters und Saturns ward die große, und wenn sie im Zeichen des Widders, oder nahe am Anfange des Thierkreises erfolgte, die gröste Conjunction genannt und man erwartete von solchen Begebenheiten wichtige Revolutionen. Es ist zu bedauern, daß dergleichen Irrthümer durch schlechte Kalender noch immer unterhalten und unter dem Volke verbreitet werden. Noch am 12 Junius 1785, da Jupiter und Mars im Zeichen des Widders zusammenkamen, erwartete man, der Vorhersagung einiger Kalender gemäß, ich weiß nicht was für eine schreckliche Katastrophe, und nach der Meynung vieler das Ende der Welt. Welche lächerliche Auftritte die Furcht vor diesem Tage selbst in Sachsen veranlassete, ist noch in frischem Andenken. Es ist doch nichts begreiflicher, als daß der Zusammenhang der Weltbegebenheiten von ganz andern Ursachen abhängen müsse, als davon, ob zwo Linien aus der Erde nach dem Mars und Jupiter gezogen, einen großen oder kleinen Winkel mit einander machen.

Daß man übrigens auf die Zusammenkünfte der Planeten von sehr alten Zeiten her aufmerksam gewesen sey, beweist eine sinesische Beobachtung einer Conjunction von fünf Planeten zu einer Zeit, da Sonne und Mond um den 15ten Grad des Wassermanns standen, welche dem

Kayser Tschuen-hi veranlasset haben soll, den Anfang des Jahres auf denjenigen Neumond zu setzen, der sich zunächst bey diesem Grade der Ekliptik ereignet. Kirch (Misc. Berolinens. To. III. p. 157.) berechnet, daß eine sehr ähnliche Begebenheit im Jahre 2449 vor C. G. am 28 Febr. vorgefallen sey, und Montucla (Histoire des mathematiques, P. II. L. 2. p. 386.) nimmt keinen Anstand, die Nachricht von dieser Beobachtung für ächt zu erklären, gegen einige Einwürfe zu vertheidigen, und das hohe Alter der sinesischen Beobachtungen dadurch zu bestätigen.

**Astrognosie, Sternkenntniß**, Astrognosia, *Astrognosie*. Diesen Namen führt die Kenntniß der am Himmel sichtbaren Gestirne, in so fern sie bloß bey den Namen und Stellungen derselben gegen einander stehen bleibt. Da die in gewisse Bilder geordneten Fixsterne unter den Gestirnen die gröste Anzahl ausmachen, so beschäftiget sich die Astrognosie gröstentheils mit diesen Bildern und den in ihnen befindlichen Fixsternen, wovon man unter den Artikeln, Sternbilder, Sternkarten, Sternkegel, Fixsternverzeichnisse, mehrere Nachrichten antreffen wird.

Die Kenntniß der Sternbilder ist ein angenehmer und nothwendiger, aber in Absicht auf den Umfang ein unbeträchtlicher Theil der Sternkunde. Sie enthält bloß die Nomenclatur der Himmelskörper, da die Astronomie derselben Bewegungen, Gesetze, Größen, Entfernungen rc. untersucht. Es ist daher sehr unschicklich, was doch oft geschieht, Leuten Kenntnisse der Astronomie beyzulegen, wenn sie einige Sterne oder Bilder zu nennen wissen.

Seit Strauchs Zeiten (Astrognosia. Viteb. 1684. 8.) hat man mehrere schriftliche Anweisungen zur Sternkenntniß erhalten, unter welchen sich die Bücher der Herren Helmuth (Gestirnbeschreibung, Braunschweig 1774. 8.), Funk (Anweisung zur Kenntniß der Gestirne auf zwey Planiglobien und zween Sternkegeln, Leipzig 1777. 8.) und Bode (Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Him-

mels, 4te Auflage, Berlin 1778. gr. 8.) sehr vortheilhaft auszeichnen. Besonders ist das letztere vom Publikum mit großem und allerdings verdientem Beyfall aufgenommen worden.

**Astrologie, Sterndeutekunst,** Astrologia judiciaria s. genethliaca, *Astrologie.* Dies ist der Name der eiteln und betrügerischen Kunst, aus den Stellungen der Gestirne zukünftige Dinge vorherzusagen.

Der Wahn, daß die Gestirne sowohl auf die Begebenheiten ganzer Völker, als auf die Sitten und Schicksale einzelner Menschen Einflüsse hätten, ist sehr alt, und nach Bailly (Geschichte der Sternkunde des Alterthums, I. B. aus dem Franz. Leipzig 1777. 8. S. 310.) aus der Wahrnehmung ihrer Einflüsse auf Jahrszeiten, Witterung und Fruchtbarkeit entstanden. Ein Beweis dieses hohen Alters ist, daß sich die meisten astrologischen Vorhersagungen auf die Stellung der Sterne gegen den Horizont gründen, welches der erste Kreis war, den man am Himmel kennen lernte. Die Astrologie hat sich, nach den einstimmigen Zeugnissen der Alten, von den Chaldäern aus über die Nationen der folgenden Zeiten verbreitet. Die Sterndeuter werden auch bey den ältern Schriftstellen durchgängig Chaldaei, sonst genethliaci, genannt. In der Folge, da sich bald Gewinnsucht und vorsetzliche Betrügerey mit einmischten, gaben sie sich den Namen Mathematici, unter welchem sie zu den Zeiten der römischen Kayser allgemein bekannt waren. Vulgus, quos Chaldaeos gentilitio vocabulo dicere oportet, mathematicos vocat, sagt Gellius (Noct. Act, L. I. c. 9.). Ihr Unfug war so groß, daß sie Tiber aus Rom vertrieb (Sueton. vita Tib. c. 36.). Der achtzehnte Titel des neunten Buchs im Codex ist de maleficis et mathematicis überschrieben; doch unterscheidet das zweyte Gesetz desselben ausdrücklich die geometrische Kunst von dieser sogenannten mathematischen. Für die Astronomie ist diese Vermischung mit Sterndeuterey mehr vortheilhaft als nachtheilig gewesen. Sie hat mehr Theilnehmung an den

Himmelsbegebenheiten, mithin mehr Aufmerksamkeit auf dieselben, und mehr Beobachtungen veranlasset, auch der Astronomie bey manchen Nationen Beyfall und Ansehen verschaft.

Im mittlern Zeitalter erhielten sich die astrologischen Träumereyen mit der Sternkunde zugleich unter den Arabern, von welchen uns verschiedene Schriften davon, hauptsächlich Commentarien über des Ptolemäus Tetrabiblos, übriggeblieben sind. Scaliger (Prolegom. ad Manil. p. 9.) erzählt, daß im Jahre 1179 alle orientalische, christliche, jüdische und arabische Astrologen Briefe ausgesendet, und durch Verkündigung einer fürchterlichen Revolution auf das Jahr 1186, ein allgemeines Schrecken verbreitet hätten. Sollte man sich bey den berufenen Ziehenschen Prophezeihungen, wobey die Kabala, das Buch Chevilla und der Stern Kapella so lächerlich durch einander geworfen werden, nicht um volle 600 Jahre zurückversetzt glauben?

Unter den ersten Beförderern der Sternkunde im Occident hiengen noch viele fest an diesem Aberglauben. Zwar bestritt schon gegen das Ende des funfzehnten Jahrhunderts Pico, Graf von Mirandola, die Irrthümer der Astrologie sehr gründlich, fand aber damals noch viel Widerspruch. Im 16ten Jahrhunderte waren Leovitius, Gauricus, Cardan eifrige Vertheidiger des Sterndeutens. Der letztere trieb diese Thorheiten so weit, daß er dem Heilande der Welt die Nativität stellte (Scaliger proleg. ad Manil. p. 8.), und soll sich zu Tode gehungert haben, um sein vorhergesagtes Sterbejahr nicht zu überleben. Caspar Peucer (De praecipuis divinationum generibus. Vitb. 1560. 8.) hat von der Astrologie mit vieler Gelehrsamkeit gehandelt. Noch im vorigen Jahrhunderte hiengen selbst große Astronomen an der Sterndeuterey, wovon sich in Keplers Briefwechsel (Epistolae ad Keplerum, ed. a Hanschio. Lipsiae 1718. fol.) häufige Spuren finden. Kepler selbst stellte Nativitäten, wenn es verlangt ward, und soll sich Wallensteinen, der ihn 1629 nach Sagan berief, durch Vorhersagung seines Glücks zum Gönner

gemacht haben. Origanus (Ephemerides Brandenburg. Frf. 1605. gr. 4.) setzte seinen Ephemeriden eine, sonst in guter Ordnung geschriebene, Einleitung in die Astrologie vor. Morin (Astrologia Gallica. Hag. Com. 1661. fol.) suchte die Sterndeutekunst aus physischen und mathematischen Gründen zu erweisen; zu seinem Werke soll die Königin von Polen Maria von Gonzaga eine ansehnliche Geldsumme hergegeben haben. Die Astrologie galt etwas bey den Großen. Daher hat Herr Kästner (Schriften der götting. deutschen Gesellsch. II. Samml. 2.) gefragt: ob die Astronomen klug daran gethan haben, daß sie so ehrlich gewesen sind, die Astrologie aufzugeben. Endlich hat die völlige Bestätigung des Copernikanischen Systems und die allgemeinere Verbreitung der bessern Astronomie diese Thorheiten unterdrückt, und nur selten gelingt es noch der Schwärmerey oder dem Betruge, die Leichtgläubigen damit zu hintergehen.

**Astronomie**, Sternkunde, Astronomia, *Astronomie.* Diesen Namen führt die Lehre von den Weltkörpern. Die Bewegungen, Größen, Entfernungen, Wirkungen derselben auf einander ꝛc. machen den erhabnen Gegenstand dieser Wissenschaft aus, in welcher sich Verstand und Fleiß der Menschen auf eine vorzügliche Art hervorgethan haben. Der griechische Name der Astronomie drückt wörtlich Lehre von den Gesetzen der Gestirne aus; er ist sehr schicklich gewählt, denn alle Bewegungen der Weltkörper erfolgen nach bestimmten und unabänderlichen Gesetzen.

Man theilt die Astronomie in die sphärische, theorische und physische ein. Die sphärische handelt von den in die Sinne fallenden Erscheinungen des Weltgebäudes, welches sich der Beobachter als eine sein Auge umgebende Sphäre oder Kugel vorstellt; die theorische (von Theorie oder speculativem Nachdenken über die Erscheinungen benannt) sucht daraus die wahren Bewegungen der Weltkörper und deren Gesetze herzuleiten; die physische lehrt die Ursachen dieser Bewegungen, oder die

Kräfte kennen, mit welchen die Weltkörper auf einander wirken. Die Ordnung dieser drey Theile ist dem Gange des menschlichen Verstandes bey der Entwicklung der astronomischen Wahrheiten gemäß, der mit Beobachtung des scheinbaren anfieng, dann zu Vermuthungen des wirklichen fortschritt, und endlich, als diese zur höchsten Wahrscheinlichkeit gebracht waren, auch zur Entdeckung der Ursachen gelangte. Man könnte noch zween praktische Theile, die Anweisungen zu astronomischen Rechnungen und Beobachtungen (Astronomiam calculatoriam et observatoriam) hinzufügen.

Der Ursprung der Sternkunde ist ohne Zweifel ins höchste Alterthum zu setzen. Nichts konnte die Aufmerksamkeit der ersten Erdbewohner mehr reizen, als der große Anblick und der regelmäßige Lauf der Sonne, des Monds und der Gestirne: es war sogar nothwendig für sie, die zu ihren Beschäftigungen schicklichen Zeiten nach dem Laufe der Himmelskörper zu ordnen. Daher enthalten auch die Geschichtbücher und Denkmäler der ältesten Völker von den dunkelsten Zeiten des Alterthums her Beziehungen auf Kenntnisse des Himmels. Montucla (Hist. des mathematiques. Paris 1758. 4), Goguet (Ursprung der Gesetze, Künste und Wiss.; aus dem Franz. v. Hamberger, Lemgo 1760. III. B. 4.) und Bailly (Gesch. der Sternk. des Alterthums; aus d. Franz. von Wünsch, Leipz. 1777. 8.) haben dergleichen gesammelt, und der letztere sucht daraus das Resultat zu ziehen, im entferntesten Alterthume habe in den Gegenden der asiatischen Tartarey ein Volk gelebt, dessen Einsichten in den Wissenschaften fast den unsrigen gleich gekommen wären: dies Volk sey untergegangen, aber die Bruchstücke seiner Wissenschaften seyen unter den uns bekannten ältesten Völkern erhalten worden. Diese mit Belesenheit ausgeführte Hypothese möchte nach dem Urtheile der Kenner schwerlich mehr, als ein Spiel des Witzes seyn.

Unter den astronomischen Beobachtungen, von welchen sich Nachrichten erhalten haben, sind die ältesten sine-

sische. Die erste, welche P. Martini (Hist. de la Chine. T. I. p. 51.) aus einer Schrift über das Sternbild Xe anführt (s. den Art. Aspecten), betrift eine Zusammenkunft von fünf Planeten im Jahre 2449, die zweyte eine Sonnenfinsterniß im J. 2155 vor C. G. Montucla und Bailly erklären aus triftigen Gründen beyde Nachrichten für ächt, führen auch außerdem noch Spuren einer höchst alten Bekanntschaft der Sineser mit dem Himmel an. Die Chaldäer würden sich fast eben so alter Beobachtungen rühmen dürfen, wenn der Nachricht des Simplicius (Comm. in Aristotel. de coelo) zu glauben wäre, daß Aristoteles vom Callisthenes eine Reihe chaldäischer Beobachtungen von 1903 Jahren her, erhalten habe. Aber die zuverlässigen Beobachtungen dieses Volks, die Ptolemäus (Almag. L. IV. c. 6.) anführt, und welche Mondfinsternisse betreffen, steigen nur bis zum Jahre 726 v. C. G. Die Egyptier hatten nach dem Zeugniß des Diogenes Laertius bereits vor den Zeiten Alexanders des Großen 373 Sonnen- und 832 Mondfinsternisse beobachtet, welches einen Zeitraum von 12 — 1300 Jahren voraussetzt. Auch sind die Seiten ihrer im höchsten Alterthum erbauten Pyramiden genau nach den vier Hauptgegenden gerichtet. Der Phönicier Schiffahrt und Aufmerksamkeit auf den Polarstern fällt in die ältesten Zeiten. Dies alles wird wenigstens so viel erweisen, daß das hohe Alterthum der Sternkunde durch die Denkmäler der Geschichte vollkommen bestätiget werde.

Es scheinen aber diese ältesten Kenntnisse der Sternkunde kaum in etwas mehrerem, als in Aufmerksamkeit auf den scheinbaren Himmelslauf, Erfindung der vornehmsten Kreise, Eintheilung der Sterne in Bilder und Wahrnehmung der Perioden, binnen welcher gewisse Himmelsbegebenheiten wiederkehren, bestanden zu haben, welches alles man zur Eintheilung der Zeit so gut, als möglich, zu nützen suchte. Erst unter den Griechen erhob sich die Sternkunde ein wenig aus diesem Zustande der ersten Kindheit. Thales und Pythagoras trugen die Kenntnisse der Egyptier nach Griechenland über, pflanzten sie in ihren

Schulen fort, und vermehrten sie mit neuen Entdeckungen. Die Pythagoräer kannten und behaupteten schon die wahre Weltordnung (s. Weltsystem); Meton und Euctemon berichtigten den griechischen Kalender; Aristarch von Samos zeigte Mittel, die Entfernung der Sonne zu messen; Plato und Aristoteles waren zwar große Verehrer der Sternkunde, verlohren sich aber zu sehr in Speculationen, welche bey dem damaligen Mangel an Beobachtungen noch zu frühzeitig waren. Am meisten haben zum Wachsthum der Sternkunde die Astronomen des Museum zu Alexandrien beygetragen. Dieser berühmten Stiftung der Ptolemäer haben wir die Beobachtungen des Timocharis und Aristyllus, des Eratosthenes, Conon u. a. nebst den Entdeckungen des Hipparchus zu danken, welcher 140 Jahr v. C. G. aus Vergleichung alter und neuer Beobachtungen die Länge des Sonnenjahrs und die Ungleichheiten des Mondlaufs bestimmte, das Vorrücken der Nachtgleichen und die Lage der Sonnenbahn entdeckte, auch die erste Verfertigung eines Fixsternverzeichnisses unternahm, ausus rem etiam Deo improbam annumerare posteris stellas, coelo in hereditatem cunctis relicto, nach dem Ausdrucke des Plinius (Hist. nat. L. II. c. 26.). Zu diesen Erweiterungen der Sternkunde setzten noch andere alexandrinische Astronomen, vornehmlich Ptolemäus im zweyten Jahrh. n. C. G. die ihrigen hinzu. Dieser große Sternkundige berichtigte Hipparchs Bestimmungen durch Vergleichung mit neuern Beobachtungen, setzte eine Theorie der Planeten hinzu, bestimmte die Ungleichheiten des Mondlaufs genauer, vermehrte das Verzeichniß der Fixsterne, und trug dies alles in sein großes Werk (Μεγάλη Σύνταξις s. Constructio magna) in dreyzehn Büchern zusammen, welchem die Araber, die es im Jahre 827 in ihre Sprache übersetzten, den Namen Almagest beygelegt haben. Dieses Werk ist als eine vollständige Sammlung der alten astronomischen Kenntnisse, Tafeln und Beobachtungen höchst schätzbar; die theorischen Erklärungen aber beruhen auf der falschen Hypothese der Alten, daß die Erde unbewegt im Mittel stehe; die da-

her den Namen der ptolemäischen Weltordnung erhalten hat.

Da die Römer für die Sternkunde nichts Erhebliches gethan haben, so finden sich weitere Bemühungen um diese Wissenschaft erst vom neunten Jahrhundert nach C. G. an unter den Arabern oder Saracenen. Sie sind aber nicht von großem Erfolg gewesen. Obgleich verschiedene Califen, besonders Almamon zu Bagdad, die Wissenschaften eifrig unterstützten, auch die arabischen Astronomen häufig griechische Werke in ihre Sprache übersetzten, commentirten, und hin und wieder durch Vergleichung mit neuern Beobachtungen zu berichtigen suchten; so vermischten sie doch die Astronomie mit vielen willkührlichen Hypothesen und astrologischen Thorheiten. Die Verfertigung der alphonsinischen Tafeln in der Mitte des dreyzehnten Jahrhunderts ist die berühmteste astronomische Unternehmung des mittlern Zeitalters; allein diese Tafeln wichen im Jahr 1660 für einige Planeten fast um 2 Grad von dem wahren Himmelslauf ab. Inzwischen hat man den Arabern die Ueberlieferung der astronomischen Kenntnisse an den Occident größtentheils zu verdanken, wovon die Menge der noch gebräuchlichen arabischen Kunstworte ein deutlicher Beweis ist.

Im funfzehnten Jahrhunderte ward das Studium der Sternkunde vorzüglich im Deutschland durch Purbach und Regiomontan belebt, welche sich um Rechnungen, Beobachtungen, Ephemeriden und Ausbreitung der griechischen Schriften unvergeßliche Verdienste erworben haben. Im sechszehnten Jahrhunderte stellte Copernikus das Ansehen der richtigern Weltordnung der Pythagoräer wieder her, welche über die Sternkunde ein ganz neues Licht zu verbreiten anfieng, ob ihr gleich die Urtheile der scholastischen Weltweisen und die übeln Auslegungen einiger Stellen der heil. Schrift noch lange Zeit entgegenstanden. Tycho de Brahe verbesserte in der letzten Helfte dieses Zeitraums die Werkzeuge und Methoden der Beobachtung. Er sammelte den Schatz von Beobachtungen, aus welchem im Anfange des siebzehnten Jahrhunderts

Kepler die wahren Gesetze des Planetenlaufs zog, und dadurch den Grund zur gehörigen Berichtigung der Tafeln und zu allen neuern Erweiterungen der theorischen Sternkunde legte.

Um eben diese Zeit (1610) gab die Erfindung des Fernrohrs dem Galilei Anlaß, in kurzer Zeit am gestirnten Himmel die wichtigsten Entdeckungen zu machen, die diesen großen Mann zu einer eifrigen Vertheidigung der copernikanischen Meynung veranlaßten, und ihn dadurch noch im hohen Alter bittern Kränkungen aussetzten. Dennoch erhielt durch diese Entdeckungen, mit Keplers Sätzen verbunden, diese Meynung den vollkommensten Sieg über alle Vorurtheile, und die folgenden Verbesserungen der Sternkunde setzen durchgängig die Wahrheit derselben voraus. Die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts in Frankreich und England gestifteten gelehrten Gesellschaften haben, unterstützt durch die Regenten, mit unermüdetem Fleiße durch Untersuchungen, Reisen und Beobachtungen in allen Welttheilen die Sternkunde zu erweitern gesucht, und ihr eine neue von der ehemaligen sehr vortheilhaft unterschiedene Gestalt gegeben. Newton legte endlich durch sein System der allgemeinen Schwere den Grund zu der physischen Astronomie, worüber das Alterthum nur geträumt, Descartes aber durch seine Wirbel eine allen Gesetzen der Mechanik zuwiderlaufende Erklärung gegeben hatte. Newton zeigte zuerst, daß die Mechanik des Himmels mit der Mechanik der Erdkörper völlig einerley sey. Es ist ein großer Triumph für seine Erfindungen, daß man nicht eher genaue Rechenschaft von allen Ungleichheiten und Abweichungen des Himmelslaufs hat ablegen, und die Tafeln mit dem Himmel selbst in Uebereinstimmung bringen können, als bis man Newtons Theorie mit den feinern Bestimmungen der neuern Beobachter und mit den Kunstgriffen der höhern Analysis verband. Durch diese Hülfsmittel hat Mayer in seinen vortreflichen Mondstafeln dem Monde seine Laufbahn bestimmt vorgezeichnet, dem Monde, dessen Lauf so verwickelt ist, quae multiformi ambage torserat animos con-

templantium, et, proximum sidus ignorari maxime, indignantium (Plin. H. N. L. II. c. 9.). Auch die Tafeln der Hauptplaneten sind erst durch Berechnung der Störungen, die ihre gegenseitige Einwirkung in einander veranlasset, zu ihrer gegenwärtigen Vollkommenheit gelanget.

In den neusten Zeiten sind diese wichtigen Erfindungen unserer Vorgänger nicht allein mehr ausgebildet, geprüft und zum Gebrauch geschickter gemacht, sondern auch mit vielen neuen vermehrt worden. Die Beobachtungen der Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe in den Jahren 1761 und 1769 haben uns zu genauern Bestimmungen der wahren Größen und Entfernungen der Körper des Sonnensystems verholfen; durch die Entdeckung eines neuen Planeten (s. Uranus) sind die bekannten Grenzen dieses Systems erweitert worden, und aus den eignen Bewegungen der Fixsterne, auf welche die Astronomen jetzt vorzüglich aufmerksam werden, hat man angefangen, eine fortdaurende Bewegung des ganzen Systems zu muthmaßen, wodurch sich Aussichten in ein ganz neues Fach der Sternkunde eröffnen, in welchem vielleicht der Nachwelt bey mehrerer Verbesserung der optischen Werkzeuge und Verfeinerung der Beobachtungen noch viele unerwartete Entdeckungen vorbehalten sind.

Die Sternkunde in ihrer jetzigen Gestalt ist theils in vollständigen Lehrbüchern, theils zu allgemeinerer Ausbreitung in kürzern und leichter geschriebenen Einleitungen vorgetragen worden. Unter den erstern nenne ich hier nur das vortrefliche Lehrbuch des Herrn de la Lande (Astronomie. Paris. To. I — III. 1771. To. IV. 1781. 4.), unter den letztern Schmid (Von den Weltkörpern, zur gemeinnützigen Kenntniß der großen Werke Gottes, Leipz. 1772. 8.), Bode (Erläuterung der Sternkunde, Berlin 1778. gr. 8.) und Wünsch (Kosmologische Unterhaltungen, 1ster Band, Leipzig 1778. 8.). Verzeichnisse astronomischer Schriften liefern Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmsten math. Schriften, in s. Anfangsgründen der math. Wiss.), Weidler (Bibliographia astronomica, Viteb. 1755. 8.) und Scheibel (Einleitung in

die mathematische Bücherkenntniß, 13tes u. 14tes Stück. Breßlau 1784. 8.). Auch hat Herr Bernoulli (Recueil pour les astronomes. To. I—III. Berlin 1771—1776. Nouvelles litteraires. VI— Cahier. 1776—1779.) über die neuere astronomische Litteratur schätzbare Nachrichten mitgetheilt.

Die neusten und besten astronomischen Tafeln hat die königlich preußische Akademie der Wissenschaften (Sammlung astronomischer Tafeln, Berlin 1776. III. B. gr. 8.) sehr vollständig herausgegeben.

Ich halte für überflüßig, mich über das Lob und den Nutzen dieser vortreflichen Wissenschaft weitläuftig zu verbreiten. Ihr erhabner Gegenstand darf nur genannt werden, um Empfindungen von Größe und Würde zu erregen, und die Begriffe, die sie uns von dem Umfange der Welt und von der Macht, Weisheit und Güte ihres grossen Urhebers giebt, müssen auch Menschen von sonst stumpfem Gefühl zur Bewunderung und Anbetung hinreißen. Ihr Nutzen für die menschliche Gesellschaft zur Eintheilung und Wahrnehmung der Zeit, zur Schiffahrt, Bestimmung der Lage der Orte auf der Erde &c. liegt am Tage. Ueberhaupt aber ist die Kenntniß der wahren Verhältnisse und Verbindungen, in welchen unsere kleine Erde mit dem großen Ganzen steht, dem aufgeklärtern Erdbewohner, wo nicht unentbehrlich, doch gewiß höchst nützlich und anständig. Diese Kenntniß erhebt uns über manches, was das Herz sonst an die Erde fesselt, und uns auf diesem kleinen Planeten groß und wichtig däucht, und fängt vielleicht in uns eine Gedankenreihe an, deren Fortsetzung noch jenseits des Grabes einen Theil unserer Glückseligkeit ausmachen kann.

**Athmen**, Athemholen. Respiratio, *Respiration*. Die zum Leben der Menschen und Thiere nothwendige Bewegung, durch welche die Brust abwechselnd erweitert und verengert wird, um Luft in die Lungen zu ziehen, und wieder aus denselben herauszutreiben. Das Athmen besteht aus zwoen entgegengesetzten Bewegungen,

dem Einathmen (Inspiratio) und dem Ausathmen (Exspiratio). Bey jenem erweitert sich die Brusthöhle, und die äußere Luft dringt durch die Luftröhre in die Lungenbläschen ein; beym Ausathmen wird diese Luft größtentheils wieder herausgetrieben, und die Brusthöhle zusammengezogen.

Mit Uebergehung dessen, was hiebey dem Anatomiker und Physiologen zu überlassen ist, z. B. des von Boerhave zuerst erklärten Mechanismus des Athmens *c. wollen wir bloß einige Untersuchungen berühren, in welche sich der Naturforscher, auch ohne Arzt zu seyn, einlassen kan.

Die Wirkungen der eingeathmeten atmosphärischen Luft auf die Lungen und den thierischen Körper überhaupt, sind: eine mechanische Verdünnung und Verfeinerung des Bluts, eine Ausführung überflüßiger oder schädlicher Theile, und die Unterhaltung der Wärme des Bluts.

Mechanisch werden durch das Ein- und Ausathmen die Bläschen der Lungen abwechselnd aufgeschwellt und wieder zusammengezogen, und daher die darüber hingehenden zarten Blutgefäße bald verlängert und gespannt, bald wiederum nachgelassen. Dieses immer fortgehende Abwechseln der Verlängerung und Verkürzung muß nothwendig das darinn befindliche Blut feiner verarbeiten, seine Bestandtheile inniger vermischen, das im Körper schon umgelaufene verbessern, und dem aus dem hinzukommenden Milchsafte neu entstehenden die gehörige Vollkommenheit geben.

Daß ferner das Athmen etwas dem thierischen Leben Zuträgliches in den Körper bringe, und etwas Ueberflüßiges oder Schädliches herausführe, erhellet daraus, weil die ausgeathmete Luft von einer ganz andern Beschaffenheit, als die eingeathmete, ist. Es ist eine längst bekannte Erfahrung, daß Thiere in eingeschloßner Luft nur eine Zeitlang athmen können, daß sie darinn nach einer gewissen Anzahl von Athemzügen endlich mit Verzuckungen sterben, und daß in solcher durch das Athemholen eines darinn gestorbenen Thieres verdorbner Luft, andere Thiere oft augenblicklich und auf den ersten Athemzug sterben. Eben dies wi-

verfährt dem Menschen, und es haben davon die in Bengalen in die sogenannte **schwarze Höhle** gesperrten 146 Engländer (s. **Ives** Reisen nach Indien und Persien, übers. von **Dohm**, Th. I. S. 162.), von welchen in diesem 11 Fuß langen und 18 Fuß breiten Gefängnisse in einer Nacht 123 starben, ein trauriges Beyspiel gegeben. Man erklärte dies sonst durch ein gewisses in der Luft enthaltenes *pabulum vitae*, welches ihr durch das Athmen nach und nach entzogen würde. Da aber nach **Priestley's** Beobachtungen (Exp. and Obs. on diff. kinds of air. Vol. I. Sect. 4. III. Sect. 5. ingl. Exp. and Obs. relating to varions branches of nat. Philos. Sect. XXXIX. no. 9.) Verbrennung, Fäulniß, Verkalkung der Metalle, und andere Processe, wobey sich offenbar Phlogiston oder brennbarer Stoff mit der Luft verbindet, die Luft gerade eben so, wie das Athmen, verderben, so ist es weit wahrscheinlicher, daß die ausgeathmete Luft das überflüßige **Phlogiston** aus dem Körper führe; daher auch die durchs Athmen verdorbene Luft unter die **phlogistisirten** Luftgattungen oder Gasarten gesetzt worden ist. Dieser Theorie zufolge besteht die aus der Atmosphäre eingeathmete Luft aus einem Gemische verschiedener luftförmigen Stoffe, von welchen eigentlich nur einer, die sogenannte **reine Luft** oder das **dephlogistisirte Gas** den zum Athmen geschickten Theil ausmacht. Diese reine Luft steht mit dem Phlogiston in einer genauen Verwandtschaft, und nimmt daher in den Lungen den brennbaren Stoff auf, den das aus allen Theilen des Körpers dahin zurückgeführte Blut mit sich gebracht hat, und die große Absicht der Natur bey der Verrichtung des Athmens ist, den thierischen Körper von dem Ueberflusse des durch die Nahrungsmittel eingeführten Brennbaren zu befreyen, das ihn sonst tödten und in Fäulniß übergehen lassen würde.

Priestley sucht diese Theorie durch einige Versuche zu bestätigen, welche angeführt zu werden verdienen. „Alles Blut, sagt er, geht durch die Lungen, und nimmt nach den Beobachtungen der Aerzte in denselben eine röthere Farbe an. Es kan daher fast nicht bezweifelt werden,

daß die ausgeathmete Luft durch das Blut in den Lungen phlogistisiret werde. Inzwischen schien es mir dienlich, durch einen Versuch zu bestimmen, ob das Blut auch noch außer dem Körper und im Zustande der Gerinnung eine ähnliche Wirkung auf die Luft äußere. Ich ließ daher Schafblut an der Luft gerinnen, goß das Wässerige davon ab (woben die der Luft ausgesetzte Oberfläche bekanntermaßen eine hellrothe Farbe annimmt, das innere hingegen dunkelroth und fast schwarz wird), und brachte einige von den dicken geronnenen Stücken, theils durch Wasser, theils durch Quecksilber in verschiedene Luftgattungen. Die schwärzesten Stücken wurden in gemeiner Luft roth, und noch mehr in dephlogistisirter, welche zum Athmen noch geschickter ist; hingegen wurden die hellsten rothen Theile in allen zum Athmen ungeschickten Luftgattungen, z. B. in firer, brennbarer, salpeterartiger, phlogistisirter Luft sogleich schwarz; die in phlogistisirter Luft schwarz gewordenen erhielten in gemeiner oder dephlogistisirter Luft ihre rothe Farbe wieder, und so konnte ich sie abwechselnd schwarz und roth färben." Fernere Versuche lehrten, daß dephlogistisirte Luft durch geronnene Stücken Blut, die er ihr ausgesetzt hatte, in einigen Stunden, auch durch schwarze mehr, als durch rothe, verdorben ward. Priestley macht sich selbst die Einwendung, das Blut komme in den Lungen nicht in unmittelbare Berührung mit der Luft, sondern werde durch Häutchen von derselben getrennt, deren Dicke Hales $\frac{1}{1000}$ Zoll schätze. Er setzte daher eine Menge schwarzes Blut in einer zugebundenen Blase, mit etwas von dem wässerigen Theile des Bluts angefeuchtet, der Luft aus, und fand den folgenden Tag die untere Fläche desselben hellroth, in eben der Dicke, in welcher sie, unmittelbar der freyen Luft ausgesetzt, würde roth geworden seyn. Dieser Versuch, der auch bey nicht angefeuchteter Blase gelang, zeigte, daß das Dazwischenkommen eines Häutchens die Einwirkung nicht hindere, auch, daß die Veränderung der Farbe nicht von der Ausdünstung herrühre. Der wässerige Theil des Bluts selbst hält die Einwirkung der Luft nicht ab; die schwarzen Stücke

wurden roth, wenn sie gleich einige Zoll hoch mit diesem Serum bedeckt waren. Und daß nicht etwa das Serum selbst diese Färbung bewirke, ward dadurch erwiesen, daß schwarzes Blut, einen halben Zoll hoch mit Serum bedeckt, unter der ausgeleerten Glocke der Luftpumpe schwarz blieb, ob es gleich eine ganze Nacht gestanden hatte, an freyer Luft aber unter übrigens ähnlichen Umständen, bald roth ward, woraus er schließt, daß die Blutkügelchen durch die Flüßigkeit, in welcher sie schwimmen, nicht verhindert werden, ihr Phlogiston an die Luft abzugeben.

Dieser Priestleyschen Theorie des Athmens ist inzwischen diejenige, welche Herr Scheele (Chemische Abhdl. von Luft und Feuer, von Hrn. Leonhardi. Leipz. 1782. 8.) vorgetragen hat, gerade entgegengesetzt. Nach der Meynung dieses großen Chymisten ist seine Feuerluft (eben dieselbe, welche Priestley dephlogistisirte nennt) eine mit Brennbarem gesättigte und versüßte Luftsäure, und die reine Luft soll das Blut nicht des Brennbaren berauben, sondern vielmehr mit mehrerem Brennbaren versehen, und es dadurch flüßiger, beweglicher und röther machen. Durch die Absetzung eines Theils vom Brennbaren soll sich die Feuerluft in verdorbene Luft verwandeln, dergleichen die ausgeathmete ist. Scheele läßt es übrigens ganz unausgemacht, wohin das viele Phlogiston komme, welches auf diese Art dem Körper durch die Feuerluft unaufhörlich müßte zugeführt werden. Er gründet seine Behauptung auf Ideen, welche mit seinem ganzen System über Feuer, Luft und Verbrennung so genau zusammenhängen, daß sie ohne Weitläuftigkeit hier nicht beygebracht werden können, die ich daher den Artikeln: Feuer, Gas, Phlogiston, vorbehalte. Uebrigens beruft sich Scheele auf einen von ihm angestellten Versuch, wobey es ihm gelungen, selbst brennbare Luft durch wiederholtes Ein- und Ausathmen derselben in verdorbne Luft zu verwandeln, und ihr ihre brennbare Eigenschaft zu benehmen. Dieses streitet aber völlig mit den sorgfältig angestellten Versuchen des Fontana (Phil. Trans. Vol. LXIX. P. II. no. 24.), welcher das Athmen der brennbaren Luft für die Thiere ohne Aus-

nahme tödtlich fand, auch selbst sie nicht mehr, als höchstens eilfmal, athmen, und nach dem Athmen noch immer, selbst dicht vor seinem Munde, entzünden konnte.

Die sinnreiche Erklärung, welche Crawford (Experiments and observations on animal heat, and the inflammation of combustible bodies, London. 1779. 8.) von der thierischen Wärme und der Verbrennung gegeben hat, stimmt nicht nur mit Priestleys Behauptungen besser überein, sondern giebt auch zugleich von der durchs Athmen erzeugten und unterhaltenen Wärme des Bluts im thierischen Körper auf eine sehr ungezwungene Art Rechenschaft. Nach seiner Meynung sind Feuer und Phlogiston zween besondere einander ganz entgegengesetzte Stoffe. Das Feuer ist entweder frey, wirkt dann aufs Gefühl und aufs Thermometer, und verursacht fühlbare Wärme; oder es ist gebunden, und macht einen Bestandtheil der Körper selbst aus (s. Feuer). Wird mit einem Körper mehr Phlogiston verbunden, so wird dadurch ein verhältnißmässiger Theil seines Feuers frey. Wird ihm Phlogiston entzogen, *so bindet er* dagegen mehr Feuer, das er aus den *ihn berührenden* Körpern an sich nimmt. Crawford nennt ferner die Fähigkeit, Wärme anzunehmen oder mitzutheilen, **specifische Wärme**, deren jeder Körper desto mehr hat, je weniger Phlogiston in seiner Mischung enthalten ist. Seine Methode, die specifische Wärme der Körper zu bestimmen, s. unter dem Art. **Wärme, specifische.** Nach Crawfords Versuchen nun hat das flüßigere und röthere Blut der Pulsadern, welches in den Lungen der Wirkung der eingeathmeten Luft ausgesetzt gewesen ist, in dem Verhältnisse 23 : 20 mehr specifische Wärme, und enthält daher weniger Phlogiston, als das durch den Umlauf im Körper wieder geänderte dickere und schwärzere Blut der Blutadern. Dagegen hat die ausgeathmete Luft 67 mal weniger specifische Wärme, als die eingeathmete atmosphärische, woraus denn folgt, daß die ausgeathmete weit mehr Phlogiston enthalten und also den brennbaren Stoff aus dem Körper ausführen müsse.

Die dritte Wirkung des Athemholens ist die Erzeugung und Unterhaltung der Wärme des thierischen Körpers, s. **Wärme, thierische.** Es ist längst beobachtet worden, daß alle Thiere, welche vermittelst vollkommner Lungen athmen, und die Luft in Menge in sich ziehen, warmes Blut, und daher weit mehr innere Wärme haben, als ihnen die Temperatur der sie umgebenden Luft mittheilen könnte. Diejenigen Thiere hingegen, welchen die Lungen fehlen, sind nicht wärmer, als das Mittel, in welchem sie leben. Die Vögel, als die wärmsten Thiere, haben in Vergleichung mit der Größe ihres Körpers die größten Lungen. Je schneller man athmet, und je mehr Luft man also in einer bestimmten Zeit einziehet, desto mehr wird das Blut erwärmt; daher kömmt die Erhitzung desselben durch Bewegung und durch alles, was das Athmen beschleuniget.

Dies erklärt **Crawfords** eben angeführte Theorie auf eine sehr leichte Art. Indem nemlich die reine oder zum Athmen taugliche Luft das Phlogiston des Bluts in den Lungen an sich nimmt, wird ihr Vermögen, Feuer zu enthalten oder zu binden, vermindert, und durch das Freywerden ihres Feuers entsteht fühlbare Wärme. Beym Umlaufe durch den Körper theilt das Blut diese fühlbare Wärme den Theilen des Körpers mit, verliert zugleich einen Theil des in ihm gebundenen Feuers, und nimmt dafür Phlogiston aus dem Körper an sich. So entsteht ein beständiger Kreislauf, der einer wechselseitigen chemischen Anziehung gleichet. Daß der ausgeathmete Hauch wärmer ist, als die äußere Luft, ist dagegen keine Einwendung; seine **fühlbare** Wärme kömmt bloß von dem zugleich ausgehenden **freyen** Feuer her, und ist vielmehr ein Zeichen, daß er weniger Feuer **binde**, als die äußere Luft. Ausführlicher wird sich von dieser Wirkung des Athmens unter dem Worte: **Wärme, thierische**, sprechen lassen.

Dies sind die neusten Theorien über die Wirkungen des Athmens. Die Aerzte haben hierüber sehr verschieden gedacht. **Hippocrates, Aristoteles** und **Galen** ließen die eingeathmete Luft in das Blut und die Säfte über-

gehen, die Lebenskraft in denselben unterhalten und das Herz bewegen. Den Ursprung der thierischen Wärme leiteten sie vom Herzen her, in welchem sie ein Lebensfeuer (*ignem vitalem*) annahmen, und glaubten, dieses Feuers übermäßige Hitze werde durch das Einathmen der frischen Luft abgekühlt und durchs Ausathmen sein Dampf abgeführt (Galen. de usu partium. L. VII. c. 9. de util. respir. c. 3.). Auch neuere Aerzte haben einen Uebergang der Luft in elastischer Gestalt in das Blut angenommen, und daraus die Flüßigkeit, innere Bewegung, Wärme, Dünne, ja sogar den Umlauf desselben im Körper herleiten wollen. **Van Helmont** glaubte, die Luft bringe die Lebensgeister in den Körper; welcher Meynung selbst **Boerhave**, **Mead** und **Sauvage** unter gewissen Einschränkungen den Beyfall nicht versagen; andere haben durch die Luft ein salziges oder nitröses Principium in den Körper bringen wollen. Auch die Meynung der Alten von der Abkühlung der innern Wärme durch die eingeathmete Luft ist von vielen neuern Aerzten angenommen worden; einige haben noch hinzugesetzt, das dünnere Blut der Blutadern werde durch diese Abkühlungen verdichtet. Beyde Behauptungen widerlegt **Haller** (De partium corp. hum. fabrica et funct. L. VIII. Sect. 5. §. 16. 17.), der übrigens annimmt, es komme Luft zur Mischung des Bluts, und beym Ausathmen werden flüchtige, salzige, faule Ausdünstungen, auch Phlogiston ausgeführt. Den Gedanken, daß die Wärme des Bluts durch Athmen entstehe, äußert **Stahl** (Theor. medic. p. 288.) mit der Bemerkung, daß er ihm schon seit dem Jahre 1684 eigenthümlich zugehöre. Auch **Boerhave**, **Hales** und **Arbuthnot** glauben, das Blut werde in den Lungen durch das Athmen verdichtet und erwärmt; **Büffon** nimmt die Lungen für das Gebläse an, das zur Belebung des Lebensfeuers diene. **Priestley** schloß aus der Aehnlichkeit der durchs Athmen verdorbenen Luft mit der durch Verbrennung und Fäulniß verdorbenen, daß das Athmen Phlogiston aus dem Körper führe, fast zu eben der Zeit, da **Scheele** gefunden zu haben glaubte, daß sie brennbaren

Stoff hineinbringe. Priestleys und Crawfords Meynungen haben vor den älteren wenigstens das voraus, daß sie sich mehr auf Experimentaluntersuchung gründen.

Gewöhnlich athmet der Mensch während 4—5 Pulsschlägen einmal, d. i. in einer Minute 20 mal, da die mittlere Anzahl der Pulsschläge in einer Minute 80 ist. Man kan rechnen daß ein gesunder Mann von gewöhnlicher Größe auf einmal dreyßig Cubikzoll Luft einathme. Beym Ausathmen bleibt viel Luft in den Lungen, der Luftröhre und dem Munde zurück. Bey einem starken Ausathmen können vielleicht nach einem natürlichen Einathmen 60 Cubikzoll ausgestoßen werden. Durch Beschleunigung des Pulses, Bewegung, Lungenkrankheiten, Unreinigkeit oder Verdünnung der Luft wird das Athmen beschleuniget. Thiere athmen in eingeschloßner oder verdünnter Luft immer schneller und stärker.

Ueber die Beschaffenheit der ausgeathmeten Luft kan der Artikel: Gas, phlogisticirtes, und über die Mittel, wodurch die Natur die durchs Athmen verdorbene Luft der Atmosphäre wieder verbessert, der Artikel: Gas, atmosphärisches, nachgesehen werden.

*Haller* de part. corp. humani fabrica et funct. edit. Bernae et Lausannae. To. VII. 1778. 8. Lib. VIII. *Tib. Cavallo* treatise on the nature and properties of air. London 1771. gr. 4. p. 576. sq.

**Atmometer, Atmidometer, Ausdünstungsmaaß,** Atmometrum, *Atmomètre.* Eine Vorrichtung, wodurch sich die Größe der Ausdünstung bestimmen läßt.

Man kan bey den Beobachtungen über die Größe der Ausdünstung zweyerley Absichten haben; entweder wünscht man die absolute Menge der in verschiedenen Jahreszeiten oder Jahren aus den Gewässern aufsteigenden Dünste zu kennen, oder man will nur für einen gegebenen Augenblick die auflösende Kraft der Luft bestimmen. Jede Absicht erfordert eine eigne Einrichtung des Werkzeugs.

Zu der ersten Absicht ist es hinreichend, ein Gefäß mit Wasser der Luft eine bestimmte Zeit lang auszusetzen, und den Verlust, den es diese Zeit über durch die Aus-

dünstung erlitten hat, durch Abwägen oder Ausmessen zu bestimmen. Auf diese Art haben Musschenbroek (Tentamina experimentorum capt. in academ. del Cimento. To. II. p. 62.), Richmann (Comm. Petropol. To. XIV. p. 273. Nov. Comm. Petropol. To. I. p. 198. To. II. p. 145.), Wallerius (Schwed. Abhdl. 1746. S. 3. 1747. S. 235.) und Lambert (Essai d'hygrométrie. Mém. de l'Acad. de Prusse. 1769. p. 68. 1772. p. 65. Hygrometrie, aus dem Französ. übers. Augsb. 1774. Fortsetzung, Augsb. 1775. 8.) die Größe der Ausdünstung untersucht. Musschenbroek brauchte bleyerne Gefäße von sechs Zollen ins Gevierte, fand die Ausdünstung aus einem solchen Gefäße von 12 Zoll Höhe stärker, als aus einem von 6 Zoll Höhe, und glaubte endlich daraus das Resultat ziehen zu können, daß sich unter übrigens gleichen Umständen die Größen der Ausdünstung, wie die Cubikwurzeln aus der Höhe der Gefäße verhielten, wenn er die Versuche im Freyen anstellte; auf seinem Zimmer hingegen konnte er zwischen der Größe der Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen nie einen merklichen Unterschied finden. Richmann fand ebenfalls die Ausdünstung aus tiefern Gefäßen stärker, und erklärt dies dadurch, daß die Ausdünstung von dem Unterschiede der Temperaturen des Wassers und der Luft abhänge, und dieser Unterschied in tiefern Gefäßen größer und dauerhafter sey, weil sie die Temperatur der umliegenden Luft nicht so schnell annehmen. Hieraus erhellet auch, warum Musschenbroek diesen Unterschied nur im Freyen, nicht auf seinem Zimmer, fand, weil sich da die Temperatur nur sehr wenig und langsam änderte. Wallerius fand die Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen gleich stark, wenn er beyderley Gefäße in Thon versenkte, und dadurch beständig in einerley Temperatur erhielt. In Lamberts Versuchen ist dieser Unterschied zwischen der Größe der Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen gar nicht anzutreffen; in des P. Cotte Versuchen (Journal de physique, Oct. 1781.) aber zeigt er sich wieder; cubische Gefäße von verschiedenen Größen dünsteten in ganz verschiedenen Verhältnissen

aus. Aus diesem Grunde müste man sich wohl bey dergleichen Beobachtungen darüber vereinigen, überall Gefäße von gleicher Gestalt und Größe zu gebrauchen. Auch dünstet nach **Saussure** (Essais sur l' hygrométrie. Neufchatel, 1783. 8. §. 243.) ein Quadratschuh Wasserfläche stärker aus, wenn er auf einem dürren Boden steht, als wenn er mitten in einen Teich, oder See gesetzt wird; weil in jenem Falle die auf ihn wirkende Luft trockner ist, und mehr Wasser auflöset. Daher müste man, um die wahre Größe der Ausdünstung der Gewässer zu finden, ein solches zum Atmometer bestimmtes Gefäß mitten aufs Wasser setzen, so daß das Wasser in demselben mit dem äußern Wasser in einerley Horizontalebne stünde; auch müste es eben so, wie die ausdünstenden Gewässer selbst, der Sonne, der Luft und dem Winde ausgesetzt seyn. Man müste auch ein Hyetometer oder Regenmaaß dabey haben, um die Menge des etwa aufs Gefäß gefallnen Regens bestimmen und abziehen zu können. Endlich hat **Richmann** (Comm. Petrop. To. XIV. p. 273. sq.) vorgeschlagen, das Atmometer mit einem größern von oben bedeckten und mit Wasser gefüllten Gefäße in Communication zu setzen, damit die Höhe des Wassers im Atmometer selbst weder durch die Ausdünstung merklich vermindert, noch durch den Regen vermehrt werden möge.

Will man aber die Größe der Ausdünstung für einen bestimmten kleinern Zeitraum kennen, wobey es auf genaue Abwägung eines kleinen Verlustes ankömmt, so kann man sich eines kleinen und leichten Gefäßes bedienen, das der Luft viel Oberfläche darbietet und an eine sehr genaue und empfindliche Wage gehangen werden kan. Sollen dergleichen Werkzeuge unter einander verglichen werden können, um daraus Folgerungen über die verhältnißmäßige Ausdünstung an verschiednen Orten herzuleiten, so müssen die Gefäße von einerley Gestalt, Größe und Materie seyn, Wasser von gleicher Reinigkeit enthalten, und, so viel möglich, in gleiche Stellungen gebracht werden. Ein Werkzeug zu feinern Versuchen dieser Art beschreibt **Richmann** (Atmometri s. machinae hydrostaticae con-

structio, in Nov. Comm. Petrop. To. II. p. 121.). Er bestimmt es eigentlich zu Abmessung der Ausdünstungen des Wassers von verschiedener Temperatur. Es besteht aus drey cylindrischen Gefäßen von Blech. Das weitste und tiefste derselben wird mit Wasser gefüllt. In diesem Wasser schwimmt das zweyte etwas kleinere Gefäß, welches leer bleibt, und ganz verschlossen ist; damit es nicht schief schwimme, stehen Stäbe mit Rollen zur Seite, zwischen denen es frey auf- und absteigen, aber nicht seitwärts weichen kan. Das erste mit Wasser gefüllte Gefäß ist auch verschlossen, aber in seinem Deckel sind drey Löcher. Durch diese gehen drey metallne Füße, welche auf dem schwimmenden leeren Gefäße aufstehen und das dritte offne Gefäß tragen, welches mit dem ausdünstenden Wasser angefüllt ist. So, wie nun etwas von diesem Wasser ausdünstet, und das Gefäß dadurch leichter wird, drückt es weniger auf das schwimmende Gefäß, das letztere hebt sich daher im Wasser höher, und die Füße, die sich in den Löchern des Deckels frey bewegen können, treten mehr heraus, heben also das obere Gefäß, welches eine an ihm befestigte Scale *an einem* Zeiger hinführt, und dadurch die Größe der Hebung anzeigt. Wie viel Gran jeder Theil der Scale gelte, kan man durch hineingeworfene Gewichte leicht vorher ausmachen, und so durch die Scale die Größe der Ausdünstung bis auf die feinsten Theile abmessen. Taf. II. Fig. 25. ist ein Entwurf von den wesentlichsten Theilen dieses Atmometers.

Nach **de Saussure's** Anzeige hat **Moscati** in Mayland neuerlich eine andere zugleich bequemere und genauere Einrichtung dieses Werkzeugs vorgeschlagen.

*de Saussure* Essais sur l'hygrométrie. §. 244-50.

**Atmosphäre,** Atmosphaera, *Atmosphère*. Dieser ursprünglich so viel, als **Dunstkugel**, bedeutende Name ist zwar anfänglich bloß von der um unsere Erde versammelten Luft, dem Luftkreise, gebraucht worden, wird aber jetzt im Allgemeinen allen Anhäufungen eines feinen elastischen flüßigen Wesens beygelegt, welche einen

Körper von allen Seiten umgeben, und sich mit ihm fortbewegen, so wie der Luftkreis die Erde umringt und mit ihr bewegt wird.

Viele Naturforscher nehmen um alle Körper Atmosphären an, oder glauben, daß der im Weltraume verbreitete Aether sich in der Nähe eines jeden Körpers verdichte, und eine Atmosphäre um ihn bilde, woraus sie nebst andern Erscheinungen auch die Beugung der Lichtstralen erklären, s. Beugung des Lichts. Da dies bloß hypothetisch ist, so bleibe ich hier nur bey den Atmosphären der Erde, der Sonne und des Monds stehen.

**Atmosphäre der Erde**, s. Luftkreis.

**Atmosphäre der Sonne**, Atmosphaera solaris, *Atmosphère solaire*. Eine feine um die Sonne verbreitete und gegen dieselbe gravitirende Materie, welche sich uns unter der Gestalt des Zodiakallichts zeiget, s. Thierkreislicht.

Die Alten, welche die Sonne für das reinste und unverderblichste Wesen hielten, konnten dem Gedanken von einem Dunste um dieselbe nicht Raum geben. Kepler (Epit. astron. Copernic. L. VI. p. 595.), wo er erklärt, warum die totalen Sonnenfinsternisse nicht eine völlige Nacht machen, redet von einer substantia crassa circa solem, non hic in nostro aëre, sed in ipsa sede solis. Cassini aber, der das Thierkreislicht im Jahre 1683 entdeckte, nahm keinen Anstand, es für die vom weiten erblickte Atmosphäre der Sonne zu erklären (Découverte de la lumiére celeste, qui paroist dans le zodiaque, in den anciens Mém. To. VII.). Mairan (Traité de l' aurore boreale. Paris 1733. 4. sec. edit. 1754. gr. 4.) hat sehr ausführlich von dieser Sonnenatmosphäre gehandelt, und ihr Daseyn wird jetzt von keinem Astronomen mehr in Zweifel gezogen.

Aus welcher Materie sie bestehe, ob diese Materie ein Ausfluß aus der Sonne, oder eine Sammlung von heterogenen aus dem Aether gegen die Sonne gefallenen Theilen sey, darüber können wir nicht entscheiden. Wir sehen

nur, daß sie leuchtet und durchsichtig ist; ihr Licht kan entweder ihr eigen seyn, oder davon herkommen, daß ihre Theilchen einen Theil des Sonnenlichts zurückwerfen.

Die Gestalt der Sonnenatmosphäre muß, den Erscheinungen des Thierkreislichts zufolge, ein sehr abgeplattetes Sphäroid seyn, oder einer auf beyden Seiten erhabnen Glaslinse gleichen. Wir sehen das Thierkreislicht stets unter der Gestalt eines zugespitzten Streifens, wie etwa ACB Taf. II. Fig. 26. (*fuseau*), und es giebt keinen runden Körper, der so erschiene, als das linsenförmige Sphäroid, wenn es aus der Ebne seines größten Kreises betrachtet wird. Nach Cassini Beobachtungen ist diese Ebne die Ebne des Sonnenäquators, oder der Umdrehung der Sonne um ihre Axe, gegen welche, wie die Beobachtungen der Sonnenflecken längst gelehrt haben, die Ebne der Erdbahn unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}$ Grad geneigt ist. Sehr wahrscheinlich wird also die starke Abplattung der Sonnenatmosphäre durch die Umwälzung der Sonne um ihre Axe eben so verursacht, wie die Abplattung der Erde selbst und ihres Luftkreises durch die tägliche Umdrehung der Erde veranlasset wird; und die Stärke dieser Abplattung zeigt eine ungemeine Feinheit und Leichtigkeit der Materie des Thierkreislichts an. Da die Erdbahn mit der Ebne des Sonnenäquators nur einen sehr kleinen Winkel macht, so können wir nie in Lagen kommen, in welchen uns dieses Sphäroid anders, als in der Form einer zugespitzten Säule erschiene; da es sonst, aus einem Punkte in der Axe gesehen, als ein Kreis um die Sonne erscheinen müste.

Wie weit sich diese Sonnenatmosphäre erstrecke, kan aus der Weite geschlossen werden, um welche die Spitze des Thierkreislichts von dem scheinbaren Orte der Sonne absteht. Beträgt diese Weite 90°, so muß sich die Sonnenatmosphäre bis an die Erdbahn erstrecken; beträgt sie noch mehr, so muß die letztere sogar bis über die Erdbahn hinausgehen. Da man nun die gedachte Weite bisweilen 93, 95, 100 Grad gefunden hat, so läst sich hieraus folgern, daß der Umfang der Sonnenatmosphäre sich zu

manchen Zeiten bis über die Erdbahn hinaus erstrecke. Wenn zu solchen Zeiten die Erde gerade in einem der Punkte ist, in welchen sich die Ebne des Sonnenäquators mit der Erdbahn durchschneidet, so kömmt sie in die Sonnenatmosphäre selbst, und wird gleichsam in dieselbe versenkt. Herr von **Mairan** hat hieraus eine sehr sinnreiche Erklärung der Phänomene des Nordlichts hergeleitet, s. **Nordlicht**.

**Atmosphäre des Monds,** Atmosphaera lunaris, *Atmosphère lunaire.* Nach der Meynung einiger Astronomen soll auch der Mond mit einer dichtern Materie oder Dunstkugel umgeben seyn. Allein die Erfahrungen, welche man hierüber anführt, lassen sich auch anders erklären.

Schon **Plutarch** (Lib. de facie lunae, Op. Plut. ex edit. Xylandri 1620. fol. To. II. p. 939.) gedenkt einer Mondluft. Die neuern Astronomen hat wahrscheinlich der Gedanke, daß der Mond bewohnt sey, die Bewohner aber, wie wir, einer Luft bedürfen, zur Annehmung einer Mondsatmosphäre veranlasset. Daher ist ihr Daseyn von **Galilei, Kepler, Scheiner, Hevel,** und in diesem Jahrhunderte von **Wolf, Mairan, Bianchini, Fontenelle** u. a. angenommen und vertheidiget, von andern Sternkundigen hingegen, z. B. **Huygens, Cassini, Gregory, de la Hire, de l' Isle, Tob. Mayer,** geläugnet worden.

Man hat für das Daseyn einer Atmosphäre des Monds den hellen concentrischen Ring, der sich bey gänzlichen Sonnenfinsternissen um den Mond zeigt, und die längliche Gestalt der Planeten, wenn sie nahe am Mondrande gesehen werden, anführen wollen. Andere haben sich auf ein beobachtetes Zittern des Sonnenlichtes beym Ein- und Austritte der Mondscheibe in dasselbe, auf eine unregelmäßige Bewegung der Fixsterne bey dem Anrücken des Mondrandes gegen dieselben, auf die bald größere bald geringere Deutlichkeit der Mondflecken, auf den im dunkeln Theile des Mondflecken Plato bemerkten hellen

Streif, auf die Veränderlichkeit des Monddurchmessers bey Sonnenfinsternissen u. dgl. berufen. Einiger dieser Gründe bedient sich **Wolf** (Elem. Astron.), um die höchste Aehnlichkeit zwischen Erd- und Mondluft zu erweisen, die er so weit treibt, daß er es im Monde sogar, wie bey uns, regnen, hageln, schneyen und reifen läßt. **Halley** (Philos. Trans. no. 343.) und **Louville** (Hist. de l' acad. roy. des Sc. 1715.) wollten bey der Sonnenfinsterniß am 3. May 1715 sogar Blitze im Monde gesehen haben. Von ähnlichen neuerlich beobachteten Erscheinungen s. den Art. **Mond**.

Einige dieser Beweise, z. B. der aus dem hellen Ringe bey Sonnenfinsternissen, aus der länglichen Gestalt der Planeten, und dem unregelmäßigen Fortrücken der Fixsterne bey Annährung an den Mondrand, lassen sich dadurch entkräften, daß man diese Phänomene eben so leicht und natürlich aus der Beugung der Lichtstralen herleiten kan. Ein solcher Ring zeigt sich um jeden Körper, mit dem man sich die Sonne verdeckt, oder mit dem man das in einen verfinsterten Ort fallende Sonnenlicht auffängt; wie **de la Hire** und **de l' Isle** (Mém. de l' Acad. des Sc. 1715. p. 147.) gezeigt haben. Das Zittern des Sonnenlichts und die größere oder geringere Deutlichkeit der Mondflecken scheinen eher von Dünsten in unserer Atmosphäre herzurühren; der Lichtstral in der Hölung des Plato läßt sich durch das Einfallen des Sonnenlichts zwischen Bergen in ein übrigens dunkles Thal auch ohne Atmosphäre begreifen; die Vergrößerung des scheinbaren Sonnentellers bey ringförmigen Sonnenfinsternissen kan eine Wirkung der Beugung des Lichts seyn, obgleich **Euler** (Mém. de l' Acad. de Prusse. 1748. S. 103.) daraus wirklich eine Mondluft schließt, die aber 200mal dünner, als die unsrige, sey.

Die neuern Vertheidiger der Mondatmosphäre, z. B. **du Sejour** (Mém. de l'Acad. des Sc. 1775. p. 268.) wenden dagegen ein, durch Erklärungen aus der Beugung stoße man jene Beweise nicht um; denn Beugung der

Stralen am Rande des Monds lasse sich ohne Atmosphäre um ihn nicht denken.

Huygens (Cosmotheorus, Hagae Com. 1698. 4. p. 115.) wendet gegen das Daseyn der Mondatmosphäre ein, man würde den Mondrand bey Bedeckungen der Sterne nicht so scharf und glatt abgeschnitten, sondern mit einem Schimmer umgeben (evanida quadam luce, ac velut lanugine finitam) finden; auch sey im Monde kein Wasser, aus dem Dünste aufsteigen könnten, wie man denn auch keine Wolken darinn sehe. Dagegen erinnert **Mairan** (Tr. de l'aurore boreale, sec. edit. 1754. p. 276.), wenn man die Mondatmosphäre in Vergleichung mit dem Monde so groß setze, als der Luftkreis in Vergleichung mit der Erde ist, so gehe ein Stern durch den stralenbrechenden Theil derselben in einer Secunde hindurch, welche Zeit zu kurz sey, um die Wirkungen der Refraction zu bemerken; man habe auch manchmal Sterne noch vor dem Augenblicke ihrer Verschwindung an den Mondrand treten gesehen; auf der Erde gebe es auch Länder, wo der Himmel stets heiter sey; wenn kein Wasser im Monde sey, so sey es leicht begreiflich, daß auch keine Wolken da seyen, zumahl da der vierzehntägige Sonnenschein die Dünste sehr verdünnen müsse; der im Plato gesehene Lichtstreif sey vielleicht ein solcher verdünnter Dunst gewesen, wenigstens setze auch einfallendes Sonnenlicht in dunklen Orten Dünste voraus, die es zurückwerfen und für uns sichtbar machen könnten u. s. w.

Man sieht hieraus, daß der Streit über das Daseyn einer Mondatmosphäre noch immer unentschieden, und nur so viel gewiß sey, daß der Mond in Absicht auf Luft und Luftbegebenheiten unserer Erde so ähnlich nicht ist, als einige haben vorgeben wollen. Oft hat sich auch Vorliebe zu gewissen Hypothesen mit eingemischt, wie denn Hevel, der in seiner dem Monde besonders gewidmeten Selenographie der Mondatmosphäre mit keinem Worte gedacht hatte, erst zwanzig Jahre darnach ein Vertheidiger derselben ward, als er sie zu seiner Hypothese über die Cometen nöthig hatte, wobey er doch selbst gesteht (Cometograph.

L. VII. p. 362.), in luna manifestas atmosphaerae observationes plane deficere.

Christlob Mylius Gedanken über die Atmosphäre des Monds, Hamburg 1746. 4. Kästner Anfangsgr. der ang. Math. 2 Abth. §. 191.

**Atmosphären, elektrische,** f. **Wirkungskreise, elektrische.**

**Atmosphärische Elektricität,** f. **Luftelektricität.**

**Atmosphärische Luft,** f. **Gas, atmosphärisches.**

**Atomen,** Atomi, Elementa corporum individua, *Atomes*. So werden von einigen Naturforschern die ersten nicht weiter theilbaren aber immer noch körperlichen Bestandtheilchen der Materie genannt. Daß wir die Theilung der Körper durch allerley Mittel sehr weit treiben können, ist bekannt, und wird bey dem Worte Theilbarkeit durch Beyspiele bestätiget werden. Aber ob diese Theilung ohne Ende fort möglich sey, darüber kan uns die Erfahrung nicht belehren, weil sich bey fortgesetzter Theilung die Theilchen bald unsern Sinnen entziehen. Ob man also endlich auf gewisse letzte körperliche Theile, die an sich selbst und ihrer Natur nach nicht weiter theilbar sind, auf Atomen, kommen müsse, oder ob die Materie ohne Ende theilbar sey, ist eine blos speculative Frage; die Erfahrung lehrt nur, daß es Grenzen gebe, bey denen wir zu theilen aufhören müssen.

Für die Meinung, daß alle Materie aus untheilbaren Körperchen zusammengesetzt sey, haben sich schon im Alterthum Moschus, Leucippus, Democrit und Epikur erklärt. Des letztern, noch mit vielen Zusätzen vermischtes, System (s. Cic. de fin. I. 6.) wird von Lucretius (De rerum natura, Lib. VI. c. interpr. et notis Thom. *Creech*. Oxon. 1695. 8. Basil. 1770. gr. 8.), und unter den Neuern von Gassendi (Gassendi Opp. Lugd. 1685. VI. To. fol.) vorgetragen. Newton und Boerhave haben gelehrt, die Materie bestehe aus einer Menge oder Anhäufung fester, harter, schwerer, undurchdringlicher, träger und beweglicher Theilchen, von

deren verschiedner Zusammenordnung die Verschiedenheit der Körper herrühre. Diese kleinsten Theilchen können sich durch eine sehr starke Anziehung mit einander verbinden, und größere Theile ausmachen, welche einander weniger anziehen; diese können wiederum durch ihren Zusammenhang noch größere Theile bilden, deren Anziehung gegen einander noch schwächer ist, bis endlich die gröbern in unsere Sinne fallenden Theile entstehen, von welchen die Farben der Körper und die chymischen Operationen abhängen, und welche durch ihren Zusammenhang die Körper von merklicher Größe ausmachen. Dieses System, welches die Eigenschaften der Körper aus der Zusammenordnung der ersten Theilchen zu erklären sucht, wird mit dem Namen Philosophia s. Physica corpuscularis bezeichnet.

Wer die Existenz der Materie einräumt, kan ihr auch erste ungetheilte Elemente nicht füglich absprechen. Ob diese ungetheilten Körperchen zugleich untheilbar sind, das kömmt auf den Begrif an, den man mit den Worten untheilbar und Materie verbindet. Versteht man unter Theilbarkeit die Möglichkeit, sich in jedem Theile der Materie, den man als ausgedehnt betrachtet, eine rechte und linke, eine obere und untere Seite zu gedenken, welche der Verstand als abgesondert betrachten kan, so ist jedes Theilchen, so klein es auch sey, noch theilbar. Versteht man aber wirkliche Theilung, so ist Theilbarkeit ins unendliche ein Ausdruck ohne Bedeutung, und es giebt eine letzte Grenze, auf welcher alle menschliche Möglichkeit der Theilung aufhört, und bey aller etwa künftig noch zu hoffender Vervollkommnung der mechanischen und chymischen Theilungs- und Zersetzungsmittel stets aufhören wird. Will man nun das, was an dieser letzten möglichen Grenze der Theilug übrig bleibt, untheilbar nennen, so muß man in diesem Sinne Atomen einräumen, das ist, erste untheilbare Körperchen, welche immer noch ausgedehnt sind, und, da sie sich durch physische Kräfte nicht weiter trennen lassen, Härte, folglich auch alle übrige Eigenschaften der Materie besitzen.

Diejenigen, welche den ersten Theilen der Materie die Ausdehnung absprechen, machen sich freylich hievon, so wie von der Materie überhaupt, andere Begriffe, s. Materie. Untersuchungen hierüber gehören mehr für den Metaphysiker, als für den Naturforscher, und gehen allem Vermuthen nach weiter, als der Schöpfer dem Menschen hier zu sehen vergönnt hat; man täuscht sich dabey mit dem Wahn, etwas zu wissen, welchem der weisere und bescheidnere Naturforscher ein offenherziges Geständniß der Unwissenheit weit vorziehet.

Attraction, Anziehung, Attractio, *Attraction*. Das Phänomen der Körperwelt, da Körper sich einander nähern, oder, wenn sie aufgehalten werden, sich zu nähern streben, da sie nach der Berührung an einander bleiben, oder doch der Trennung widerstehen, ohne daß man eine äußere in die Sinne fallende Ursache davon, einen Druck, Stoß u. dergl. gewahr wird. So fällt ein freygelassener Körper senkrecht auf die Erdfläche nieder, nähert sich der Masse der Erde, oder äußert doch, wenn man ihn daran hindert, sein Bestreben zu fallen, durch sein Gewicht, durch Druck auf das, was ihn trägt; so fließen zween einanderberührende Wassertropfen in Einen zusammen u.s.w. ohne daß man eine äußere Ursache davon bemerkte; die Erfahrung zeigt uns, daß es geschehe, belehrt uns aber gar nicht darüber, warum es geschehe.

Wie weit sich dieses Phänomen erstrecke, läßt sich aus folgenden Beyspielen übersehen. Die Theile aller festen Körper hängen zusammen, und widerstehen der Trennung; auch die Theile der flüßigen lassen sich nicht ohne Widerstand trennen, und vereinigen sich in Tropfen; flüssige Körper hängen sich an feste, die sie benetzen; polirte Marmorflächen oder Spiegeltafeln hängen bey der Berührung, auch bey dazwischen liegenden feinen Haaren oder Seidenfäden, zusammen; das Licht beugt sich beym Vorübergange beym Rande der Körper vom geraden Wege ab; jeder Körper nähert sich freygelassen der Erde, oder fällt gegen dieselbe; der sonst senkrecht gedehnte Bleywurf

richtet sich schief in der Nähe großer Berge; das Meer hebt sich gegen den Mond, der Mond selbst wird durch eine unbekannte Ursache stets an die Erde, die Erde nebst den übrigen Planeten an die Sonne gefesselt; in dem ganzen Laufe der himmlischen Körper herrscht das unverkennbare Gesetz eines beständigen Bestrebens dieser großen Massen nach wechselseitiger Annäherung. Sollte man nicht ein Recht haben, dieses Phänomen, das sich bey festen und flüßigen, kleinen und großen, sich berührenden und von einander entfernten Körpern, auf der Erde, wie im Himmel, zeigt, für ein allgemeines Phänomen der Körperwelt, für die Regel anzunehmen, und die Fälle, in denen es sich nicht zu zeigen scheint, nur für Ausnahmen zu erklären, bey welchen es durch irgend eine Ursache aufgehoben, oder nur für uns unbemerkbar gemacht wird?

In diesem Sinne hat der große Newton das Wort Attraction gebraucht, um das allgemeine Phänomen des Bestrebens der Körper nach wechselseitiger Annäherung (conatus accedendi) damit zu bezeichnen, nicht um eine Ursache dieses Phänomens dadurch anzugeben. Dieser bey der Größe seines Genies dennoch so bescheidne Naturforscher gieng stets den sichern Weg der Experimentaluntersuchung, zog aus vielen ähnlichen Erfahrungen allgemeine Gesetze, und bestimmte, unbekümmert um die verborgenen Ursachen derselben, durch die erhabensten Kunstgriffe der Geometrie, die Folgen dieser Gesetze für Fälle, über welche unmittelbare Erfahrungen fehlten. Diese nachahmungswürdige Methode gründet sich einzig auf Induction, oder auf den der gesunden Vernunft einleuchtenden Schluß, daß das, was in allen beobachteten Fällen wahr gefunden ward, auch in ähnlichen unbeobachteten statt finden, und allso allgemein wahr seyn werde. Die häufigen Beyspiele von Fallen, Nähern, Anhängen der Körper gegen und an einander veranlaßten ihn, dieses Nähern als ein allgemeines Phänomen anzusehen, er entdeckte das Gesetz desselben für Erde und Mond, schloß, daß eben dieses Gesetz für Sonne und Planeten, und für die Planeten unter einander selbst gelten werde, und mit

welcher bewunderswürdigen Richtigkeit stimmen nicht seine hieraus berechneten Folgen mit dem wirklichen Laufe des Himmels überein! Diese Methode ist so untadelhaft, und die dadurch gemachte Entdeckung der Mechanik des Himmels so bestätiget, daß nur Unwissende jene schmähen und diese verwerfen können.

Ursachen dieses Phänomens angeben zu können, hat sich Newton nie gerühmt. Er erklärt an einigen Stellen (Princip. L. I. Def. 8. et Sect. 11. Optice. Qu. 23.), er gebrauche die Worte: Attractio, Impulsio, Propensio, ohne Unterschied, u. wolle durch Attraction nicht die Wirkungsart oder die wirkende Ursache anzeigen, u. etwa behaupten, daß in den Mittelpunkten der Körper eine anziehende Kraft vorhanden sey; vielleicht sey diese Attraction, physikalisch zu reden, ein Stoß, oder die Wirkung einer andern uns ganz unbekannten Ursache. So sagt auch 's Gravesande (Phys. elem. mathem. Leid. 1742. gr. 4. L. I. c. 5.) Attractionem vocamus vim quamcunque, quo duo corpora ad se invicem tendunt; etsi forte hoc per impulsum fiat. Hoc nomine phaenomenon, non causam designamus. Man thut daher Newton Unrecht, wenn man glaubt, er habe durch die Attraction das Phänomen erklären wollen, da er es dadurch blos benennen will.

Aber auch als Benennung hat mir das Wort Attraction nie wohl gewählt geschienen. Unerfahrne stellen sich dabey natürlich ein Ziehen, eine Kraft vor, welche in dem einen Körper ihren Sitz hat, und den andern, wie an einem Bande, gegen sich führt. Dergleichen verkehrte Begriffe, die Newtons wahrer Meinung ganz zuwiderlaufen, haben manche Philosophen bestritten, und dabey gegen Newton zu streiten geglaubt. Inzwischen ist dieses Wort so allgemein angenommen, daß man schwerlich wagen dürfte, ein anderes einzuführen; man muß am Ende zufrieden seyn, daß die Wahl nicht noch schlimmer ausgefallen ist. Musschenbroek z. B. schlägt unter andern das noch unschicklichere Wort Amicitia vor. „Was „würde nicht erst," sagt Herr Lichtenberg (Erxlebens Naturl. neuste Ausg. §. 113. b.), „mancher gefolgert

„haben, wenn Newton diese Erscheinung Sehnsucht ge„nannt hätte? Man sollte sich freylich hüten, da sich, wie „Haller sagt, unser Aug' am Kleid der Dinge stößt, über „dieses Kleid noch andere zu ziehen, an denen sich die Ein„bildungskraft stößt, noch ehe das Auge bis zu jenem un„durchschaubaren eindringt."

Solche Kleider hatte Newtons sonst vortreflicher Vorgänger, Kepler, dessen Einbildungskraft sehr oft einen dichterischen Schwung nahm, über den Begrif der Attraction gezogen, von welchem in seinen Schriften häufige Spuren vorkommen, s. den Artikel: Gravitation. Er nahm nicht nur in den Körpern eine innere anziehende Kraft (*vim attractivam*) an; er redete auch von Freundschaft, Gefühl, Abneigung, Erschrecken der Körper vor einander, von Sympathie, Stralen, mit welchen einer den andern umschlinge u. s. f. Auch Roberval nahm die Attraction als eine in den Körpern befindliche Kraft (*vim corporibus insitam*) an. Wenn man dies behauptet, und das Phänomen dadurch zu erklären glaubt, so sagt man nichts mehr, als was die Scholastiker sagten, wenn sie das Aufsteigen des Wassers in Saugpumpen durch den Abscheu der Natur vor der Leere, oder das Einschläfern des Opium durch eine darinn befindliche schlafbringende Qualität erklärten. Dadurch ward Descartes bewogen, sich der Attraction, als einer von den verborgenen Qualitäten der scholastischen Weltweisheit entgegenzusetzen, und sie schien durch ihn gänzlich aus der Naturlehre verbannt, als sie Newton, nicht in Gestalt einer zur Erklärung dienenden physischen Ursache, sondern als Benennung eines allgemeinen, durch unzählbare Erfahrungen bestätigten Phänomens, wieder einführte, u. mit einer Stärke bewafnete, deren man sie nie fähig geglaubt hätte. In dieser natürlichen und von falschem Schmucke entblößten Gestalt hat sie ihre nun allgemein anerkannten Rechte gegen allen Widerstand behauptet.

Newtons Schüler sind inzwischen viel weiter gegangen, haben dadurch aufs neue manches Mißverständniß und viele unnöthige Einwendungen veranlasset, und

die Ausbreitung der newtonischen Entdeckungen auf dem festen Lande fast um ein halbes Jahrhundert zurückgehalten. Roger Cotes (Praefatio ad Newtoni Princ. ed. Cantabr. 1713. 4.) zählet die Gravitation unter die wesentlichen Eigenschaften der Materie, ohne welche Materie gar nicht gedacht werden könne oder solle, dergleichen Ausdehnung, Beweglichkeit, Undurchdringlichkeit ꝛc. sind. Quemadmodum, sagt er, nulla concipi debent corpora, quae non sint extensa, mobilia et impenetrabilia; ita dicendum est, nulla concipi debere, quae non sint gravia. Newton hingegen verwahrt sich ausdrücklich, er behaupte keinesweges, daß die Schwere den Körpern wesentlich sey. Man sieht hieraus, wie Joh. Bernoulli (Nouvelles pensées sur le systeme de Descartes. Op. To. III. p. 133.) sagt, daß der Schüler weit kühner, als sein Lehrer, gewesen sey. Diese der Materie wesentliche und von ihr untrennbare innere Kraft sollte nun die Ursache der Schwere, des Zusammenhangs, der Anhängung, der chemischen Verwandtschaften, Auflösungen und Niederschläge, der Beugung, Brechung und Zurückwerfung des Lichts, der im Laufe der Himmelskörper sichtbaren Centripetalkräfte und überhaupt fast aller Erscheinungen der Körperwelt seyn. Welchen starken Einwürfen man sich durch diese Behauptung einer vermeinten physischen Ursache aussetzt, will ich bey dem Worte: Gravitation, umständlicher zeigen.

Dieser Begrif der Attraction, als einer wesentlichen Eigenschaft oder eines innern Vermögens der Materie, scheint mir nicht viel besser, als die Sympathien, Antipathien und verborgnen Qualitäten der Peripatetiker, und sollte aus einer gesunden Physik gänzlich entfernt bleiben; da hingegen die Attraction als Phänomen betrachtet, wenn man sich nicht anmaaßet, die Ursache davon anzugeben, durch klare und unläugbare Erfahrungen bestätiget ist.

Diese Erfahrungen durch den Stoß einer Materie zu erklären, hat sehr große Schwierigkeiten. Cartesens, Huygens, Joh. Bernoullis, Bilfingers u. a. Erklärungen haben im Allgemeinen das wider sich, daß die

Erfahrungen bey bewegten Körpern eben so, wie bey ruhenden, erfolgen, und daß bey der Schwere insbesondere die Größe der Wirkung sich wie die Masse, und nicht, wie die Oberfläche verhält. Und überhaupt wird ein solcher Stoß auch nur auf Gerathewohl angenommen, ohne einige Erfahrung, die uns von seiner Wirklichkeit belehrte. Da wir nun in der Physik, sobald uns Erfahrung und Induction verlassen, nichts mehr wissen, warum wollen wir uns schämen, diese Unwissenheit zu gestehen? warum wollen wir uns entweder mit leeren Worten täuschen, die nichts erklären, oder mit Erklärungen behelfen, die aus der Luft gegriffen, und durch keine Erfahrung unterstützt sind? Solchen chimärischen Theorien hat die Welt noch bis heut nicht eine einzige nützliche Wahrheit zu verdanken. Ich bin nicht abgeneigt, mit Hrn. Lichtenberg (a.a. O.) zu glauben, daß das Phänomen der Attraction noch allzuzusammengesetzt sey, als daß man es in die Classe der ganz einfachen Phänomene, der Ausdehnung, Undurchdringlichkeit u. s. w. setzen, und alle Bemühungen, es zu erklären, aufgeben sollte. Allein Bemühungen, es zu erklären, sind wohl etwas anders, als der eitle Wahn, es ohne Beyhülfe der Erfahrung erklärt zu haben. Auch werden solche Bemühungen allem Vermuthen nach nie anders, als auf dem Wege der Experimentaluntersuchung gelingen. Aber von Kräften oder Mechanismen reden, die sich durch nichts unsern Sinnen darstellen, diese nach Gesetzen wirken lassen, von denen man auch keine Erfahrung hat, sondern die man nur so annimmt, wie man sie nöthig hat, das heißt, nach Herrn Kästners Ausdruck (Prüfung eines von Hrn. le Sage angegebnen Gesetzes fallender Körper, im deutschen Museum, Jun. 1776. und in der deutschen Uebers. des de Lüc über die Atmosphäre, II. B. S. 660.), nicht erklären, sondern erdichten. Da die Ursache der Attraction kein Gegenstand unserer Sinne mehr zu seyn scheint, so steht es dahin, ob wir je in der gegenwärtigen Welt zu einer zuverläßigen Kenntniß derselben gelangen werden; wenigstens müssen wir vorjetzt unsere gänzliche Unwissenheit hierüber aufrichtig gestehen.

Newton, ohne sich bey den Ursachen des Phänomens aufzuhalten, bemühte sich vielmehr, die Gesetze desselben zu bestimmen. Dies gelang ihm zwar nur für diejenigen Fälle, in welchen die Attraction in beträchtlichen Entfernungen wirkt; aber es ist unbeschreiblich, welch eine reichhaltige Quelle von den wichtigsten Folgen diese Entdeckung unter seinen und seiner Nachfolger Händen geworden ist.

Das Phänomen der Attraction zeigt sich entweder an Körpern, welche in beträchtlichen oder merklichen Entfernungen von einander abstehen, und heißt dann Gravitation, allgemeine Schwere (s. Gravitation); oder an Körpern, welche sich berühren, deren Entfernungen unmerklich sind, und führt dann bey Theilen eines und ebendesselben Körpers den Namen der Cohäsion, des Zusammenhangs (s. Cohäsion), und wenn es zwischen Theilen eines flüßigen und einem festen Körper statt findet, den Namen der Adhäsion, des Anhängens (s. Adhäsion). Wenn man auch schon nicht alle einzelne Unterabtheilungen dieses Falles aufzählen und mit besondern Namen belegen kan, so gehören doch dahin auch die chemischen Verwandtschaften, auf welche sich Auflösungen, Niederschläge, Krystallisationen, Gährungen, Gerinnungen, und andere chemische Processe gründen. Sie sind besondere Attractionen gewisser Stoffe, werden auch Wahlanziehungen (*attractiones electivae*) genannt. Die magnetische und elektrische Anziehung, welche schon in merklichen Entfernungen wirken, aber doch von der Gravitation sehr verschieden sind, erklärt man gemeiniglich durch den Stoß besonderer flüßiger Materien, über deren Daseyn man Erfahrungen zu haben glaubt.

Unter allen diesen besondern Arten der Attraction ist die Gravitation die einzige, deren Gesetze genau entdeckt und bewiesen sind. Newton hat dieselben aus den auf Erfahrung und Beobachtung gegründeten Entdeckungen des Galilei und Keplers entwickelt. Die Stärke der Gravitation verhält sich direkt, wie die Masse des anzie-

henden Körpers, und umgekehrt, wie die Quadratzahl seiner Entfernung von dem angezognen. Dies ist das Gesetz, nach welchem die Körper gegen die Erde, die Erde selbst und alle Planeten in ihren Bahnen um die Sonne, und die Monden um ihre Hauptkörper getrieben werden, nach welchem die Himmelskörper sämtlich in einander wirken, und aus welchem die Keplerischen, blos aus Tychons Beobachtungen gezognen, Regeln, nothwendige Folgen sind. So wenig die Wahrheit dieses Gesetzes für die Gravitation in Zweifel gezogen werden kan, so ist man doch keinesweges dadurch berechtiget, es für das allgemeine Gesetz aller Attractionen anzunehmen. Newton (Princip. L. I. Sect. 13. Prop. 85.) beweiset, daß die Anziehung, wenn sie bey der Berührung viel stärker, als in einer geringen Entfernung ist, in umgekehrtem Verhältniß einer höhern Potenz als des Quadrats der Entfernung abnehmen müsse. Nun ist es aber allen Erfahrungen gemäß, daß eine im Berührungspunkte sehr starke Anziehung, in einer sehr geringen Entfernung von diesem Punkte fast unmerklich wird. Es ist also ziemlich entschieden, daß die Anziehung bey der Berührung im umgekehrten Verhältnisse einer höhern als der zweyten Potenz der Entfernung abnehmen, und also andern Gesetzen, als die Gravitation, folgen müsse. Aber diese Gesetze sind noch unentdeckt, und bey weitem nicht so leicht zu erforschen, als es das Gesetz der Schwere war. Die in der Berührung auf einander wirkenden Stoffe befinden sich in einem ganz andern und weit verwickeltern Falle, als die so weit von einander entfernten und so regelmäßig geformten Himmelskörper, deren ganze Masse man in einen Punkt versammlet annehmen kan, und bey denen die Wirkung der Anziehung so einfach und von andern Einwirkungen fast gänzlich frey bleibt. Bey den Berührungen vervielfältiget sich die Menge der wirkenden Theilchen und der Berührungspunkte, in jedem Augenblicke verändert sich die Lage der Theile gegen einander, und jeder derselben stört und verändert die Wirkung der andern. Wer den Ausgang aus diesem Labyrinthe fände, und die Versuche und Beobach-

tungen der Chymiker auf allgemeine Regeln und ein einfaches Gesetz bringen könnte, der würde weit mehr, als Kepler und Newton, geleistet haben.

Newton selbst scheint geneigt, die Gravitation von der Anziehung beym Berühren ganz zu unterscheiden. Nach diesen Grundsätzen, sagt er (Traité d'optique, Amsterd. 1720. p. 373.), wird man die Natur durchgängig mit sich übereinstimmend und sehr einfach in ihren Wirkungen finden; sie bewirkt alle große Bewegungen der Himmelskörper durch die Attraction der Schwere, welche auf die ganzen Körper wirkt, und fast alle kleine Bewegungen ihrer Theile durch eine andere anziehende Kraft, welche durch die Theile verbreitet ist. In der That muß schon der Umstand, daß die Gravitation sich blos nach der Quantität der Masse, die Verwandtschaft aber noch der Qualität ihrer Theile richtet, auf den Gedanken einer Verschiedenheit beyder Phänomene leiten, die aber vielleicht auch ihren Grund blos in der Form und Dichtigkeit der kleinsten Theile haben kan.

Keill, ein Schüler Newtons (Indroductio ad veram physicam, Oxon. 1700. 8.), hat für die Anziehung beym Berühren und in geringen Entfernungen einige Regeln anzugeben, und daraus Cohäsion, Flüßigkeit, Elasticität, Aufbrausen, Niederschlag u. dgl. zu erklären versucht. Freind (Praelectiones chymicae, Oxon. 1704. 4.) hat eben diese Grundsätze noch umständlicher auf die chemischen Erscheinungen und Operationen angewendet. Den meisten dieser Erklärungen aber fehlt allerdings die Deutlichkeit und befriedigende Vollständigkeit, welche Kenner der Chemie, zumal bey dem jetzigen sehr verbesserten Zustande dieser Wissenschaft, fordern würden.

Geometrische Untersuchungen über das ursprüngliche oder allgemeine Gesetz der Attraction hat Maupertuis (Sur l'attraction Neutonienne, Mém de l'ac. roy. des Sc. de Paris 1732.) angestellt. Hollmann (Succincta attractionis historia, in Comm. soc. reg. Gotting. To. IV.) erzählt die Geschichte der Anziehung. Musschenbroek (Introd. ad Philos. nat. Cap. 20. de corporum

attractionibus) hat die vornehmsten Phänomene der Attraction fester und flüßiger Körper gesammlet, und Euler (Lettre à une princesse d'Allemagne, lettr. 68. sq.) bestreitet den Begrif, den sich einige von Attraction, als von einer wesentlichen Eigenschaft der Materie, gemacht haben. Ich verweise übrigens wegen verschiedener hiemit noch zusammenhängenden Bemerkungen auf die Artikel: **Cohäsion, Gravitation.**

**Aufbrausen**, Effervescentia, *Effervescence*. Eine im Augenblicke der Verbindung gewisser Substanzen entstehende heftige und mit Blasenwerfen verbundene Bewegung.

Das Aufbrausen entsteht allezeit durch die Entbindung leines Gas, welches mit dem neuentstandnen Gemisch nicht verbunden bleiben kan, und das sich durch schickliche Vorrichtungen aufsammlen läst. Säuren mit Kalcherden oder laugenartigen Substanzen, denen man ihr Gas noch nicht entzogen hat, vermischt, brausen allezeit auf; auch entsteht diese Wirkung bey Auflösungen der Metalle durch Säuren, und beym Schmelzen der Alkalien mit Sand oder Erde.

Da bey der Gährung allezeit eine innerliche blasenwerfende Bewegung vorgeht, so brauchte man sonst die Namen Aufbrausen und Gährung ohne Unterschied; neuere Chymiker unterscheiden einfache Auflösungen sowohl als Gährung von dem Aufbrausen, und sehen das letztere mit Recht als einen jene Verbindungsarten begleitenden Umstand an.

Macquer chym. Wörterb. Art. Aufbrausen.

**Aufgang der Gestirne**, Ortus siderum, *Lever des Astres*. Das Hervorkommen der Gestirne über den Horizont des Beobachters. Man kan die Stunde des Aufgangs eines jeden Gestirns für jeden Beobachtungsort auf eine mechanische Art durch die künstliche Himmelskugel finden, s. **Himmelskugel, künstliche**. Genauer wird sie aus der halben Dauer der Sichtbarkeit (s. Ascensio-

naldifferenz, Tagbogen), und der Zeit der Culmination (s. Culmination), berechnet. Es ist alsdann

Zeit der Culm. — ½ Dauer der Sichtb. = Stunde des Aufgangs.

So findet sich für die Fixsterne die Stunde des Aufgangs in Sternzeit, welche man nach den Anweisungen in dem Artikel: Sonnenzeit, die Sonnenzeit verwandeln kan. Für die Planeten ist noch eine Berichtigung wegen ihrer eignen Bewegung vom nächstvorhergehenden Mittage an bis zur Stunde des Aufgangs, nöthig; sie ist aber nicht beträchtlich, außer beym Monde, für welchen man die ganze Rechnung noch einmal wiederholen, und dabey die Data so annehmen muß, wie sie für die durch die erste Rechnung gefundene Stunde des Aufgangs gelten.

Für die Sonne ist die Stunde des Aufgangs der halben Nachtlänge gleich, auch die Verwandlung der Zeit unnöthig, s. Ascensionaldifferenz.

Da die Stralenbrechung im Horizonte alle Gestirne etwa um 32½ Min. erhebt, so gehen sie alle etwas früher auf, als die Rechnung angiebt: wie man bey der Rechnung selbst hierauf Rücksicht zu nehmen habe, werde ich bey dem Worte: Tagbogen, angeben.

Unter dem Aequator der Erde gehen alle Gestirne und zwar senkrecht, unter den Polen der Erde gehen gar keine, in den zwischenliegenden Orten der Erde nur diejenigen auf, deren nördliche oder südliche Abweichung kleiner als die Aequatorhöhe des Orts ist. Daher geht uns die Sonne täglich auf, weil ihre Abweichung nie über 23½ Grad steigen kan, und also jederzeit kleiner, als unsere Aequatorhöhe (38⅞°) bleiben muß.

**Aufgang der Gestirne nach dem Sinne der alten Dichter**, Ortus siderum poëticus, *Lever des astres selon les anciens.* Da der Horizont der merklichste Kreis am Himmel ist, so fieng man schon im höchsten Alterthum an, den Aufgang der Gestirne mit dem Auf- oder Untergange der Sonne zu vergleichen und daraus Eintheilungen und Kennzeichen der Zeit herzunehmen. Diese waren sicherer, als die Bestimmungen nach den damaligen

höchst mangelhaften Kalendern. Die Vorschrift z. B. eine Feldarbeit am ersten Tage des Jahres vorzunehmen, war vergeblich; denn der Anfang des bürgerlichen Jahres rückte nach und nach durch alle Jahrszeiten durch: hingegen die Regel, sie an dem Tage zu verrichten, an welchem der Hundsstern mit Sonnenuntergang aufgeht, war sicher, weil sie auf eine bestimmte Stellung der Sonne, mithin immer auf eben dieselbe Jahrszeit, hinwies. Diese uralte Art, gewisse Tage zu bezeichnen, kömmt noch in einigen Schriften der Alten vor, besonders bey den Schriftstellern über den Feldbau, und bey den Dichtern, welche die dabey nöthigen Erwähnungen der Sternbilder als Veranlassungen zu Digressionen und dichterischen Ausschmückungen nützten. Sie nahmen die Sachen selbst großentheils aus ältern Schriftstellern anderer Länder, ohne eigne Kenntnisse davon zu haben, daher das, was z. B. Ovid in den Fastis vorbringt, weder auf seine Zeit und auf die Lage von Rom passend, noch auch unter sich selbst übereinstimmend ist (s. Kästner astronomisches Mancherley, in Vollborths philolog. Bibl. II. Band.). Man findet auch in den astronomischen Schriften der Alten keine sonderlichen Belehrungen hierüber; das meiste Licht geben noch die Elemente des Geminus (Gemini Isagoge in Phaenomena s. Elementa astron. in Petavii Vranologio. Paris. 1600. fol.)

Die Neuern haben gefunden, daß man im Alterthum unter dem Worte, Aufgang, hauptsächlich dreyerley verstanden habe, das Hervortreten eines Sterns aus den Sonnenstralen, seinen Aufgang bey Aufgang der Sonne, und seinen Aufgang bey Untergang der Sonne. Diesen drey Arten des poetischen Aufgangs haben sie die Namen: Ortus heliacus, cosmicus und acronychos, beygelegt.

Das Hervortreten aus den Sonnenstralen, Ortus heliacus, *Lever heliaque*, ereignet sich an dem Tage, an welchem der Stern, der bisher nahe bey der Sonne gestanden hat, und durch ihren Glanz unsern Augen entzogen gewesen ist, sich zum erstenmale wieder zeigt, und in der Morgendämmerung auf eine kurze Zeit sichtbar wird.

An diesem Tage, sagt man, gehe er heliace auf. Dieser Aufgang ist seit den ältesten Zeiten ein Gegenstand der Aufmerksamkeit der Egyptier gewesen. Die Ueberschwemmung ihres Landes durch den Nil erfolgte jährlich zu eben der Zeit, da der Hundsstern aus den Sonnenstralen hervortrat; dieses Hervortreten aber geschahe bey ihrem Jahre von 365 Tagen aller 4 Jahre um einen Tag später, und rückte daher in 4 × 365¼ oder in 1461 julianischen Jahren durch alle Jahrszeiten hindurch; dies hat bey ihnen den bekannten Hundssterncyclus (periodum canicularem s. Sothiacam) veranlasset, dessen Anfang in das 1321ste Jahr vor der christlichen Zeitrechnung fällt.

Da Sterne erster Größe sichtbar werden, wenn bey ihrem Aufgange die Sonne nur wenigstens 10 Grad tief unter dem Horizonte ist, so findet man ihr Hervortreten aus den Sonnenstralen, wenn man den Stern unter den Morgenhorizont der künstlichen Himmelskugel führt, und den Grad der Ekliptik bemerkt, der alsdann 10° tief unter dem Morgenhorizonte liegt. Der Tag des Jahres, an welchem die Sonne diesen Grad der Ekliptik erreicht, ist der Tag des Hervortretens oder der Wiedererscheinung des Sterns. So findet man, daß heut zu Tag der Hundsstern für die Polhöhe von Leipzig etwa den 23 August aus den Sonnenstralen hervortritt. Für ältere Zeiten wäre freylich eine andere Einrichtung der Himmelskugel nöthig, s. Himmelskugel, **künstliche**. In Ermanglung solcher Einrichtungen muß man sich für die Zeiten des Alterthums an die Berechnung halten, welche z. B. für das Jahr 138 n. C. G. in welchem nach dem Censorinus ein neuer Hundssterncyclus anfieng, und die Polhöhe von Heliopolis, die Wiedererscheinung des Sirius auf den 20 Jul. giebt.

Der Aufgang eines Sterns mit Aufgang der Sonne, Ortus cosmicus, *Lever cosmique*, fällt für Sterne, welche nahe bey der Ekliptik stehen, gewöhnlich 12 bis 15 Tage früher, als das Hervortreten aus den Sonnenstralen. Man findet den Tag desselben, wenn man auf der künstlichen Himmelskugel den Grad der Ekliptik sucht,

welcher mit den Sternen zugleich in den Morgenhorizont kömmt. Der Tag, an welchem die Sonne diesen Grad erreicht, ist der Tag des kosmischen Aufgangs für den Stern. Für Leipzig geht jetzt der Hundsstern den 8 August kosmisch oder mit der Sonne auf.

Der Aufgang mit Untergang der Sonne, Ortus acronyctos, *Lever acronyche*, wird gefunden, wenn man den Grad der Ekliptik sucht, der im Abendhorizonte steht, wenn der Stern im Morgenhorizonte ist. Dieser Grad ist dem, welcher dem kosmischen Aufgange zugehört, gerade entgegengesetzt, und es sind daher die Tage des kosmischen und akronyktischen Aufgangs ohngefähr um ein halbes Jahr aus einander. So geht bey uns der Hundsstern um den 8 Febr. akronyktisch oder mit Sonnenuntergang auf.

Zur Erklärung der Alten muß man hiebey auf die Polhöhen ihrer Beobachtungsorte und auf die damaligen Stellungen der Fixsterne, welche von den heutigen verschieden sind, Rücksicht nehmen. Wie man dies für einzelne Sterne bewerkstelligen könne, hat Herr Scheibel (Unterricht vom Gebrauch der Himmels- und Erdkugel. Bresl. 1779. 8. §. 216.) gelehrt.

de la Lande astronom. Handb. §. 205. u. f. Kästners Anfangsgr. der angew. Math. Zweyte Abth. Astr. §. 127.

**Auflösung**, Solutio, *Dissolution.* Diesen Namen führt die Verbindung der Grundstoffe zweener Körper von verschiedener Natur, aus welcher eine Trennung der vorigen Verbindung ihrer Theile, und eine neue Verbindung derselben, mithin ein neuer anders, als beyde vorige, zusammengesetzter Körper entsteht. So wird z. B. ein Stück Silber im Scheidewasser aufgelöset, d. h. die Salpetersäure trennt den Zusammenhang der Bestandtheile des Silbers, und verbindet sich mit dem darinn enthaltenen Brennbaren; der erdichte Theil des Silbers hingegen verbindet sich, wie es scheint, mit dem in der Salpetersäure enthaltenen luftartigen Stoffe; aus allem zusammen entsteht ein neuer flüßiger Körper, die Silberauflösung, in

welchem die Theile ganz anders verbunden sind, als sie es vorher im Silber und Scheidewasser, jedem besonders genommen, waren.

Da hiebey der vorige Zusammenhang der Theile getrennt werden, und also ein Körper in die Zwischenräume des andern eindringen muß, welches einen flüßigen Zustand des eindringenden Körpers voraussetzt, so muß bey jeder Auflösung wenigstens der eine Körper flüßig seyn. Daher der chymische Grundsatz: Corpora non agunt, nisi fluida.

Man nennt insgemein den flüßigen Körper das Auflösungsmittel (menstruum). Dies kan zugelassen werden; nur muß man nicht den falschen Begrif damit verbinden, als ob das Auflösungsmittel allein sich thätig, und der feste Körper nur leidend verhielte. Sie wirken beyde in einander. Bisweilen sind beydes flüßige Körper und dann ist es gar nicht mehr schicklich, den einen als Auflösungsmittel, den andern als aufgelößt werdenden, zu betrachten. Wenn hingegen der eine fest ist, so muß der flüßige den stärkern Zusammenhang seiner Theile trennen, und in dieser Rücksicht etwas mehr thun, als jener. Hier ist es sehr schicklich, den flüßigen das Auflösungsmittel zu nennen; man muß nur nicht vergessen, daß der feste Körper ebenfalls wirkt, und das Menstruum auflöset.

Auflösungen geschehen entweder auf dem nassen Wege, d. i. durch Auflösungsmittel, die im gewöhnlichen Zustande flüßig sind; oder auf dem trocknen Wege, d. i. durch Schmelzung, wo einer oder beyde Körper erst durchs Feuer flüßig gemacht werden.

Wenn alle und jede Grundstoffe beyder Körper mit einander vereiniget werden, so ist die Auflösung vollkommen. Aus dergleichen vollkommnen Auflösungen entstehen durchsichtige Körper, z. B. das Glas aus einer vollkommnen Auflösung der Erden durch Alkalien auf dem trocknen Wege.

Alle Auflösungen sind Wirkungen der Anziehung zwischen den Theilen der Körper, Wirkungen der Attraction bey der Berührung, s. Attraction. Wenn Auf-

lösung erfolgen soll, so muß die Anziehung zwischen den Theilen verschiedener Körper stärker seyn, als der Zusammenhang der Theile jedes Körpers, einzeln genommen, ist. Wenn die Anziehung den Zusammenhang der Theile nur im flüßigen, nicht aber im festen Körper, zu trennen vermögend ist, so erfolgt nur Adhäsion, s. Adhäsion. Die Anziehung zwischen Glas und Wasser vermag nur den Zusammenhang der Wassertheile, nicht den der Glastheile zu trennen; daher hängt Wasser dem Glase an, kan es aber nicht auflösen. So erfolgen Anhängen und Auflösung aus einerley Grunde. Auch lösen sich nie Körper auf, die nicht an einander anhängen.

Hieraus läßt sich leicht das Eindringen des flüßigen Körpers in des festen innere Theile bey den Auflösungen erklären. Des festen Zwischenräume sind eben so viele Haarröhren, in welche der flüßige vermöge des Anhängens eindringt, s. Haarröhren. Diese Erklärung der Newtonianer ist wenigstens wahrscheinlicher, als die von Descartes, welcher hier seine subtile Materie wirken, und die spitzigen Keile der Auflösungsmitel in die aufzulösenden Körper hineintreiben ließ.

Man könnte die Auflösungen in solche theilen, wobey blos der Zusammenhang der aggregirten Theile getrennt wird (superficielle Auflösung, *Solution*), und in solche, wobey dem einen oder beyden Körpern gewisse Theile entzogen, und mit Theilen des andern Körpers inniger verbunden werden (wesentliche Auflösung, *Dissolution*). Eine superficielle Auflösung giebt Salz im Wasser, eine wesentliche Metall im Scheidewasser aufgelößt. Im ersten Falle erhält man durch Abscheidung des unveränderten Auflösungsmittels den vorigen Körper wieder, im zweyten Falle sind bey veranstalteter Absonderung beyde Körper verändert. Da inzwischen beyde Arten aus einerley Grunde erfolgen, so hält Macquer für unnöthig, sie zu unterscheiden.

Daß oft ganz leichte Flüßigkeiten schwere feste Körper in sich aufgelößt ....en, ist leicht begreiflich, da die Trennung der vorigen Theile auch die vorige specifische

Schwere ändert, und der neue Zusammenhang weit stärker, als die Schwere wirkt.

Macquer chym. Wörterb. Art. Auflösung, und Leonhardi Anm.

**Auflösungsmittel**, Menstrua, *Menstrues*, heissen diejenigen Körper, welche andere aufzulösen geschickt sind, vornehmlich die flüßigen, welche man zu Auflösung der festen gebraucht. Daß eigentlich bey jeder Auflösung beyde Körper in einander wirken, also der aufgelößte Körper allezeit auch das Menstruum auflöse, ist schon bey dem Worte Auflösung bemerkt worden.

Der Name Menstruum kömmt von dem Wahn der Alchymisten her, daß eine vollkommne Auflösung einen philosophischen Monat, oder vierzig Tage Zeit erfordere.

Aufsteigender Knoten, s. Knoten.

Aufsteigende Zeichen, s. Zeichen.

**Aufsteigung, gerade**, Rectascension, Ascensio recta, *Ascension droite*. Hierunter wird (Taf. I. Fig. 5.) der Bogen des Aequators ♈ D verstanden, welcher zwischen dem Frühlingspunkte ♈ und dem Abweichungskreise P S D p eines Gestirns S enthalten ist. Der letzte Punkt D dieses Bogens geht unter dem Aequator der Erde, wo die Sterne unter rechten Winkeln aufgehen, mit dem Sterne S zugleich auf, d. h. er steigt mit ihm gerade auf, daher der Bogen, den er begrenzt, den Namen der geraden Aufsteigung erhalten hat.

Die Grade des Aequators werden vom Frühlingspunkte aus von Abend gegen Morgen, oder von der Rechten zur Linken in einem fort gezählt, daher ein Gestirn nahe an 360° Rectascension haben kan.

Wenn die gerade Aufsteigung oder Rectascension eines Sterns ♈ D, und seine Abweichung D S, s. Abweichung, bekannt ist, so wird dadurch die Stelle, die er am Himmel einnimmt, bestimmt, und von den Stellen aller übrigen Gestirne unterschieden; denn es ist kein Punkt weiter am Himmel, dem eben diese Rectascension und Ab-

weichung zukäme. Daher ist es für die Sternkunde sehr wichtig, die Rectascensionen der Gestirne durch Beobachtungen zu finden.

Die Rectascension der Sonne wird, wenn man ihre Abweichung durch Beobachtung gefunden hat, s. Abweichung, leicht berechnet. Taf. II. Fig. 27. sey AQ der Aequator, EL die Ekliptik oder Sonnenbahn, S der Ort der Sonne, deren Abweichung SD, die Rectascension ♈D ist, Der Winkel S♈D ist die Schiefe der Ekliptik $= 23° 28' 8''$. Die Auflösung des Kugeldreyecks S♈D giebt also die Formel

$$\text{sin. Rectasc.} = \frac{\text{tang. Abw.}}{\text{tang. Schiefe d. Ekl.}}$$

wo es zweydeutig bleibt, ob die Rectascension unter oder über 90° betrage, und südliche oder negative Abweichungen eine Rectascension über 180° anzeigen, die unter oder über 270° seyn kan, daher man aus andern Umständen wissen muß, in welchem Quadranten ihrer Bahn die Sonne stehe.

Auch aus dem Abstande der Sonne vom Frühlingspunkte ♈, in dei Ekliptik gerechnet, oder ihrer Länge ♈S (s. Länge der Gestirne), giebt das Dreyeck S♈D ihre Rectascension durch die Formel

$$\text{tang. Rectasc.} = \text{tang. Länge} \times \text{cos. Schiefe d. Ekl.}$$

wo die Rectascension stets in einerley Quadranten mit der Länge fällt. Der Unterschied zwischen der Länge und der geraden Aufsteigung (♈S − ♈D) heißt die Reduction der Ekliptik auf den Aequator. Dafür findet sich eine Tabelle in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln, I. B. S. 268 u. f., wo man für jede Länge der Sonne die Reduction aufschlagen, und mit dem dabeystehenden Zeichen zur Länge setzen kan, um die Rectascension zu finden.

Ueberdies findet man auch in den astronomischen Ephemeriden, namentlich in des Herrn Bode Jahrbüchern, die gerade Aufsteigung der Sonne für den Mittag jeden Tages angegeben.

Die Rectascension der Sterne findet man aus der Zeit ihres Durchgangs durch den Mittagskreis. Der Punkt D (Taf. I. Fig. 5.) ist eben derjenige, der mit dem Sterne zugleich in den Mittagskreis kömmt; die Zeit, welche zwischen dem Durchgange der Sonne und dem des Sterns verflossen ist, in Bogen des Aequators verwandelt, s. die Art. Aequator, Sternzeit, giebt an, was für ein Bogen des Aequators sich zwischen beyden Durchgängen durch den Mittagskreis geschoben habe, d. i. um wie viel des Sterns Rectascension größer sey, als die Rectascension der Sonne am vorhergehenden Mittage. Dieser Bogen, zur Rectascension der Sonne addirt, giebt also die des Sterns. Kömmt hiebey mehr als 360°, so muß man nur den Ueberschuß über 360° behalten, weil im Aequator nie weiter gezählt, sondern bey 360° von neuem angefangen wird. Man hatte nemlich ♈DQA♈D gefunden, da man nur ♈ D finden wollte.

Aus gleichen Gründen giebt die Zeit, welche zwischen den Durchgängen zweener Sterne durch den Mittagskreis verfließt, in Bogen des Aequators verwandelt, den Unterschied zwischen den geraden Aufsteigungen beyder Sterne. Ist nun die des einen bekannt, so findet man daraus die des andern, daß also die Bestimmung der Rectascensionen der Sterne lediglich von den Beobachtungen der Zeit ihres Durchgangs durch den Mittagskreis abhängt.

Da in vier Sekunden Zeit ein Bogen von einer Minute durch den Mittagskreis gehet, so giebt ein Beobachtungsfehler von 4 Sek. eine ganze Minute Irrthum in der geraden Aufsteigung. Man sieht hieraus, wie genaue Abmessungen der Zeit zu dieser Bestimmung der geraden Aufsteigungen nöthig sind. Die Alten hatten hiezu keine Mittel; ihre Wasseruhren (clepsydrae) reichten bey weitem nicht an eine solche Genauigkeit. Sie bestimmten daher die Stellen der Sterne durch Armillen oder Ringe, welche mit Hülfe der Sonne in eine dem Aequator und der Ekliptik am Himmel ähnliche Stellung gebracht wurden, und dann vermittelst eines auf den Stern gerichteten Diopterlineals dessen Lage gegen den Aequator oder die Ekliptik

angaben. Durch solche Hülfsmittel suchten sie an Tagen, da Sonne und Mond zugleich sichtbar waren, zuerst den Unterschied der geraden Aufsteigungen dieser beyden Gestirne, und dann nach Untergang der Sonne den Unterschied derselben für den Mond und die nun sichtbar gewordenen Sterne. Da der Mond seine Stelle sehr geschwind ändert, und ihnen die Ungleichheiten seines Laufs nur unvollkommen bekannt waren, so kamen durch diese unsichere Methode sehr große Fehler in ihre Bestimmungen. Tycho, der noch immer Armillen für den Aequator gebrauchte, wählte statt des Mondes die Venus, welche langsamer fortrückt, und bestimmte so die Stellen von 777 Fixsternen genauer, als Hipparch und Ptolemäus gethan hatten. Aber erst die Erfindung besserer Uhren hat die Astronomen in den Stand gesetzt, die Rectascensionen der Sterne, und dadurch die wahren Stellen, die sie am Himmel einnehmen, richtiger anzugeben, und in die Catalogen einzutragen, von welchen wir unter dem Artikel: Fixsternverzeichnisse, reden werden.

**Aufsteigung, schiefe,** Ascensio obliqua, *Ascension oblique.* Der Bogen des Aequators ♈ O, Taf. II. Fig. 24., welcher zwischen dem Frühlingspunkte ♈ und dem mit einem Gestirne S zugleich aufgehenden Punkte O enthalten ist. Jedes Gestirn hat unter andern Polhöhen andere schiefe Aufsteigungen.

Der Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung eines Gestirns heißt seine Ascensionaldifferenz, von der ein eigner Artikel handelt. Diese ist wichtiger, als die schiefe Aufsteigung selbst. Es ist aber

schiefe Aufst. = gerade Aufst. — Asc. Diff.

wo man bey negativem Werthe der Ascensionaldifferenz, statt zu subtrahiren, addiren muß.

Aufthaupunkt, s. Thermometer.

Aufthauen des Eises, s. Thauwetter.

**Auge,** Oculus, *Oeil.* Das Werkzeug des Sehens. Bey der Beschreibung dieses großen Meisterstücks

der Natur schränke ich mich blos auf das menschliche Auge und die Theile des Augapfels selbst ein. Die unzählbaren Verschiedenheiten in der Anzahl und dem Bau der Augen der Thiere und die Beschreibung der Bedeckungen und Nebentheile des Augapfels gehören mehr für die Naturgeschichte und Zergliederungskunst.

Der Augapfel (bulbus oculi) liegt in der kegelförmig gebildeten Augenhöhle (orbita), ragt nur wenig aus derselben hervor, und wird am vordern Theile durch die beyden Augenlieder (palpebrae) gehalten und gegen äussere Verletzungen und allzuheftiges Licht geschützt. Er hat ziemlich die Gestalt einer Kugel, ist aber am vordern Theile bey AA, Taf. II. Fig. 28. mehr erhaben. Er ist hart, und wegen seiner runden Gestalt in dem weichen Fette, in welchem er liegt, leicht beweglich. Hinten hängt er am Sehnerven (nervus opticus). Der Durchmesser des Augapfels beträgt bey einem erwachsenen Menschen etwa 11⅓ pariser Linien. Er wird durch sechs Muskeln bewegt, deren vier gerade, zween schief wirken.

Seine Hauptttheile sind drey Häute (tunicae), die harte Augenhaut, braune Haut und Netzhaut, und drey sogenannte Feuchtigkeiten (humores), die wässerichte, gläserne und krystallene.

Die harte Augenhaut (sclerotica, *cornée opaque*) ist eine starke, dicke, elastische Haut, welche den äußern Umschluß des ganzen Augapfels ausmacht. Sie ist weiß und fast ganz ohne Gefäße. Hinten beym Eintritte des Sehnerven ist sie auf eine Linie dick, gegen den vordern Theil wird sie dünner, bis in die Gegend AA. Bis dahin ist sie auch undurchsichtig; bey AA wird sie wieder stärker, erhebt sich zu einer rundern Gestalt, und wird durchsichtig. Dieser durchsichtige Theil heißt die Hornhaut (Cornea, *cornée transparente*). Der Sehnerve N geht durch ein rundes Loch der harten Haut hindurch, und diese Haut hängt hier mit der aus der dicken Hirnhaut (dura mater) entsprungnen äußern Hülle des Sehnerven zusammen. Die innere Lamelle der harten Haut entspringt aus der innern Hülle des Sehnerven, welche eine Fort-

setzung der dünnen Hirnhaut (pia mater) ist, und sich bis an die Hornhaut erstreckt. Den vordern Theil des Augapfels, auch die Hornhaut selbst, bedeckt noch von außen die angewachsene Haut (tunica adnata s. conjunctiva), welche mit der innern Haut der Augenlieder einerley ist. Unter diese letztere setzen noch viele Zergliederer eine weiße Haut (albuginea), welche von den tendinösen Verlängerungen der Augenmuskeln, oder auch von einer Fortsetzung ihrer Membranen herkommen, und die Weiße des Augapfels verursachen soll: Zinn aber läugnet sie, und schreibt die Weiße der harten Haut selbst zu.

Die braune Haut, Gefäßhaut, Aderhaut (chorioides, *choroide, Uvée*) liegt unter der harten Haut, ist weich, zart, und mit Gefäßen und Zellgewebe versehen, mit welchem sie an der harten Haut anhängt, und so vom Rande des Sehnerven bis an die Hornhaut fortläuft. Von außen ist die braune Haut mit einem dunkeln, aber die Finger nicht schwärzenden Ueberzuge, auf der innern Fläche aber mit einem schwarzen Leime bekleidet. Nach Wegnehmung dieses Leims findet man der braunen Haut innere Fläche rauch und zasericht. Diese Haut entsteht nicht aus der dünnen Hirnhaut, sondern hängt mit der innern Hülle des Sehnerven durch Zellgewebe zusammen, und umschließt die kegelförmige Warze, mit welcher sich das Mark dieses Nerven endigt, genau. Nach Ruysch soll sich die braune Haut in zwo Lamellen theilen lassen, deren innere nach ihm tunica Ruyschiana genannt worden ist. Albinus, Haller und Zinn aber läugnen diese Theilbarkeit der braunen Haut, und räumen sie nur in den Augen einiger Thiere ein. Am vordern Theile gegen die Hornhaut zu befindet sich an der äußern Seite der braunen Haut das Stralenband (ligamentum ciliare, plexus ciliaris Lieutaudii, annulus cellulosus Zinnii), ein weißlicher Ring, ohngefähr eine Linie breit und von beträchtlicher Dicke, welcher die braune Haut mit dem um die Hornhaut herumgehenden schwarzen Ringe der harten Haut verbindet. Aus diesem Stralenbande entstehen nun die weiter einwärts gehenden und bis an den Rand der

Krystallinse reichenden Stralenfasern (processus ciliares), welche um die Krystallinse herum einen sehr schönen gestreiften Ring, den Stralenkörper (corpus ciliare) bilden, der gegen die Schläfe zu etwa 2 Lin. breit, gegen die Nase zu schmäler ist. Am äußern Umkreise ist dieser Ring noch ganz mit dem schwarzen Leime bekleidet, der die braune Haut bedeckt; gegen die Krystallinse zu wird er schwarz und weiß gestreift oder geflammt, weil sich der Leim zwischen die Fasern oder Falten legt, und die hervorragenden Theile weiß läßt. Dieser von den Stralenfasern gebildete Ring legt sich um den Rand der Krystallinse, und fasset denselben von beyden Seiten ein. In diesem Stralenkörper entdeckte Fontana einen neuen Kanal, den der jüngere Murray genauer untersucht hat. Er ist dreyseitig, und füllt denjenigen Raum aus, welcher zwischen dem Stralenringe und dem Rande der harten Augenhaut, wo die Hornhaut aufliegt, befindlich ist. Es ist unterdessen dieser Stralenkanal (Canalis ciliaris) im Kälberauge deutlicher, als in dem menschlichen. Ueber die Natur der Stralenfasern sind die Meynungen der Zergliederer auf eine besondere Weise getheilt. Man hält sie bald für vaskulös, bald für muskulös, bald für nervicht. Zinn versichert, selbst mit dem stärksten Vergrößerungsglase keine muskulösen Fasern, sondern nur Gefäße darinn gefunden zu haben, welche unmittelbar aus den Gefäßen der braunen Haut entsprängen. Er versichert auch, sie ausgespritzt zu haben, und erklärt sie daher für eine Fortsetzung der braunen Haut. Lieutaud hält sie für Fortsätze aus dem Stralenbande, welches nach ihm nervicht ist. Sehr viele haben sie muskulös angenommen, wohin Boerhave und einige Schüler von Albinus zu rechnen sind. Zwischen den Stralenfasern und der Hornhaut liegt die Regenbogenhaut, der Augenstern (Iris), deren hintere, mit schwarzem Leime bekleidete, Fläche oft auch die Traubenhaut (uvea) genennt wird. In ihrer Mitte, jedoch etwas mehr gegen die Nase zu, befindet sich ein kreisrundes Loch, die Oefnung des Augensterns, die Sehe (pupilla, *pupille, prunelle*), wodurch das Licht ins

Auge fällt. Nach Lieutaud ist die Iris eine Fortsetzung der innern Lamelle der braunen Haut, nach Zinn eine besondere Haut, die am Stralenbande mit der harten zusammenkömmt. Ihre vordere Seite zeigt bunte geschlängelte Streifen, die vom Umkreise gegen den Rand der Oefnung laufen. Die hintere Seite zeigt, vom schwarzen Leime gereiniget, gerade Streifen, die gegen die Oefnung zu dünner werden, auch länger sind, als die Streifen der Vorderseite, daher die Oefnung des Sterns hinten enger, als an der Vorderseite, ist. Gegen die Oefnung werden die Streifen dünner, und bilden ein zartes Häutchen, das die Oefnung umringt. Einige, z. B. Ruysch und Heister, haben auch ringförmige Fibern um den Rand der Pupille finden, und diese sowohl als die geraden Streifen für muskulös erklären wollen. Sie haben hieraus die Verengerung und Erweiterung der Pupille bey stärkerm und schwächerm Lichte hergeleitet, und jene den geraden, diese den ringförmigen Fibern zugeschrieben. Zinn erklärt das, was man für ringförmige Fibern angesehen habe, für kleine Arterien; doch ist er nicht abgeneigt, eine muskulöse Structur der Iris anzuerkennen; Haller hingegen spricht der Iris die Reizbarkeit gänzlich ab, und erklärt die Verengerung und Erweiterung der Pupille blos durch den schwächern oder stärkern Zufluß der Säfte in die feinen Gefäße (vasa decolora) dieser Haut.

Die Netzhaut, Markhaut (retina, *Rétine*) ist eine Verbreitung des ins Auge eingetretenen Markes des Sehnerven. Dieser tritt ein wenig unter dem der Pupille gegenüberstehenden Punkte, nicht in der Mitte, sondern ziemlich weit einwärts gegen die Nase zu, ein, wird merklich dünner, und geht durch die Siebplatte (lamina cribrosa), welche in der Höhlung der harten Haut liegt, und die durch ihre Löcher, deren man auf dreyßig zählt, das Mark des Nerven durchläßt. Mitten durch den Nerven und dieses Häutchen läuft die Centralarterie und eine Blutader. Gleich nach dem Durchgange durch dieses Häutchen endigt sich der Nerve nach Winslow und den meisten Zergliederern in eine weiße kegelförmige Warze, von

der aber Zinn sagt, er habe sie nie deutlich wahrnehmen können. Von hier aus bilden die durch die Siebplatte gegangenen Büschel durch ihre Vereinigung eine Haut, welche sich an die braune Haut anlegt, und die ganze innere Fläche derselben bis an den Ursprung der Stralenfasern umkleidet. Die an der braunen Haut anliegende Seite derselben ist markartig, weich und zart, die innere Seite membranöser und fester. Das Mark des Sehnerven ist, wie das Hirnmark, wovon es eine Fortsetzung ist, grau, und, wo es sich in die Netzhaut verbreitet, sehr zart und durchsichtig; im Alter wird es undurchsichtiger, und da die Netzhaut an dem schwarzen Leime der braunen Haut anliegt, so kömmt es daher, daß der Grund des Auges bey Kindern schwarz, um das dreyßigste Jahr grau, und im Alter fast weiß aussiehet.

Die wässerichte Feuchtigkeit (humor aqueus, *humeur aqueuse*) erfüllt den vordern Theil des Auges I I, der sich von der Hornhaut bis an die Vorderseite der Krystallinse erstreckt, und von den meisten in die vordere Kammer zwischen der Hornhaut und Iris, und die hintere Kammer zwischen der Iris und Krystallinse eingetheilt wird, obgleich einige mit Winslow und Lieutaud die hintere Kammer verwerfen und die Iris an der Krystallinse unmittelbar anliegend annehmen. Die wässerichte Feuchtigkeit treibt die Hornhaut auf, macht, daß sie sich mehr ründet, drückt auch nach einigen die Krystallinse ein wenig von der Iris ab, wodurch eben die hintere Kammer, welche wenigstens stets sehr klein ist, gebildet werden soll. Sie ist ein dünner, durchsichtiger, etwas salziger Liquor, der durch die Zwischenräume der Hornhaut verdünstet, und durch den Zufluß aus den Gefäßen immer wieder ersetzt wird.

Die gläserne Feuchtigkeit (humor vitreus, *humeur vitree*) nimmt den hintern Raum des Auges V V ein, der sich von der Krystallinse und den Stralenfasern bis an den Eintritt des Sehnerven erstreckt. Sie ist eine durchsichtige gallertartige Masse, von einer sehr feinen cellulösen Structur, in deren Zwischenräumen sich ein durch-

sichtiger, der wässerichten Feuchtigkeit ähnlicher, aber gallertartiger, Liquor befindet. Sie ist mit einem zarten Häutchen (tunica vitrea, hyaloides) umgeben, aus welchem auch die Lamellen ihres innern zelligen Baues entspringen. Eben da, wo die Stralenfasern anfangen, geht aus diesem Häutchen zwischen dem Stralenkörper und der gläsernen Feuchtigkeit ein anderes feines Häutchen (membrana coronae ciliaris Zinn.) hervor, und bis an die Krystallinse fort, in deren Kapsel es sich einfügt. Es ist mit starken Fibern durchschnitten, welche kürzer, als das Häutchen selbst sind. Durch den dreyeckichten Raum, den dieses Häutchen, die fortgehende gläserne Feuchtigkeit, und ein Theil der Vorderfläche der Krystallinse zwischen sich leer lassen, wird der Petitische Canal (*Canal godronné*) gebildet, den die gedachten Fibern stellenweis zusammenziehen, daher er, durch eine Oefnung aufgeblasen, nur an den Stellen anschwillt, wo die Fibern nicht sind.

Die Krystallinse CC (lens crystallina, *Crystallin*) wird zwar unter die Feuchtigkeiten des Auges gezählt, ist aber vielmehr ein fester durchsichtiger Körper, wie ein auf beyden Seiten erhabnes Glas gestaltet, und liegt am vordern Theile der gläsernen Feuchtigkeit, welche daselbst so ausgehöhlt ist, daß die erhabne hintere Fläche der Krystallinse bis an den Rand in dieser Höhlung liegen kan. Der Krystallinse hintere Seite ist mehr erhaben, als die vordere; beyde Seiten aber werden mit zunehmendem Alter immer flächer. Sie besteht aus mehreren mit Gefäßen versehenen sphärischen Lamellen von denen die äußern weicher, die innern, welche den Kern ausmachen, dichter sind; diese Lamellen verbindet eine feine zellige Substanz, in deren Zellen sich Wasser befindet. Bey neugebohrnen Kindern ist die Krystallinse röthlich, wird aber bald farbenlos, und nach dem dreyßigsten Jahre von Zeit zu Zeit gelblicher. Das Gelbwerden fängt im Kerne an, und verbreitet sich nach und nach in die äußern Lamellen. Auch wird die Linse im Alter härter und flächer, weil die Gefäße nicht mehr so viel Feuchtigkeit zuführen. Sie ist in eine durchsichtige Kapsel eingeschlossen, welche am vordern

Theile stark, fest und elastisch, am hintern Theile schwächer und weicher ist, und mit Zellgewebe an dem Häutchen der gläsernen Feuchtigkeit anhängt. Zwischen der Kapsel und der Linse befindet sich eine Feuchtigkeit. Wenn diese vertrocknet, so wird die Linse verdunkelt, und wächst mit der Kapsel zusammen. Aus den Stralenfasern sowohl, als aus der Centralarterie, die sich am hintern Theile der Linse in mehrere Aeste theilt, kommen die Gefäße, welche die Linse unterhalten und mit den zu ihrer Durchsichtigkeit nöthigen Säften versehen.

Nach den von Petit an vielen Augen angestellten Messungen giebt Jurin (Abhdl. vom deutlichen Sehen, in Smiths Lehrbegr. der Optik durch Kästner. S. 486.) in Decimallinien des englischen Zolles

| | |
|---|---|
| Den Halbmesser der Krümmung der Hornhaut insgemein - | 3,3294 Lin. |
| — — — der vordern Krümmung des Krystalls, ein Mittel aus 26 Augen genommen - | 3,3081 — |
| — — — der hintern, eben so gefunden - - | 2,5056 — |
| Größte Dicke des Krystalls, aus eben den Augen - - | 1,8525 — |
| Axe der Hornhaut und der wässerichten Feuchtigkeit zusammen, insgemein | 1,036 — |

Ein so bewundernswürdig gebautes Werkzeug hat uns der Urheber der Natur zum Behuf eines Sinnes gegeben, durch welchen wir die meisten Begriffe erhalten und die schätzbarsten Erfahrungen über die Dinge außer uns anstellen. Auf dieses Werkzeug wirken die äußern Körper vermittelst des Lichts nach den Gesetzen der Brechung. Diese Wirkung selbst ist noch ein Gegenstand dieses Artikels; was aber unsere Empfindungen bey derselben und unsere Urtheile über diese Empfindungen betrift, soll dem Artikel: Sehen, vorbehalten bleiben.

Da das Licht von jedem Punkte eines sichtbaren Körpers nach allen Richtungen in geraden Linien ausgehet,

s. **Licht, Lichtstralen**, so wird man sich Taf. III. Fig. 29. die vordere Fläche der Hornhaut KK, als die Grundfläche der Stralenkegel AKK, BKK, CKK, vorstellen können, deren Spitzen in den Punkten A,B,C des sichtbaren Körpers liegen. Diese Stralenkegel dringen durch die Hornhaut und wässerichte Feuchtigkeit; ein Theil ihrer Stralen wird zwar von der vorliegenden Iris aufgefangen; das auf die Pupille fallende Licht aber trift die Krystallinse HH, dringt durch dieselbe und durch die gläserne Feuchtigkeit bis an die Netzhaut in a b c durch, und leidet bey seinem Durchgange durch vier verschiedene Mittel, nemlich die Hornhaut und die drey sogenannten Feuchtigkeiten, vier Brechungen, s. **Brechung der Lichtstralen**.

Diese Brechungen genau zu berechnen, ist im Allgemeinen unmöglich, da die Größe der Brechung in jeder Feuchtigkeit nicht genau genug bestimmt, auch nicht jedes Auge dem andern hierinn vollkommen ähnlich ist. Es läßt sich aber übersehen, daß die Brechung in der Hornhaut wegen der Gestalt und Dünne derselben unbedeutend ist; daß ferner die divergirenden Stralen der Kegel AKK, BKK, CKK, in der wässerichten Feuchtigkeit und noch mehr in der weit stärker brechenden und wie ein erhabnes Linsenglas wirkenden Krystallinse sehr convergirend werden müssen, s. **Linsengläser**. Man wird also erwarten, die Stralen eines jeden Kegels in einiger Entfernung von der Linse wieder in einen Punkt vereiniget zu finden. Diese Vereinigungspunkte sind in der Figur mit a, b, c bezeichnet.

Es geht auf diese Art im Auge eben das vor, was im verfinsterten Zimmer geschieht, dessen Oefnung mit einem erhabnen Glase versehen ist, s. **Zimmer, verfinstertes**. Die aus einem Punkte des sichtbaren Gegenstandes kommenden Stralen vereinigen sich hinter der Krystallinse wieder, und bilden, wenn dieser Vereinigungspunkt genau auf die Netzhaut trift, auf derselben den Punkt deutlich ab; aus den Bildern mehrerer Punkte a, b, c entsteht, wie die Figur deutlich zeigt, ein umgekehrtes Bild des

Gegenstandes ABC, wie im verfinsterten Zimmer umgekehrte Bilder der Gegenstände auf der dem Glase gegenüberliegenden Wand entstehen. Auch ist der innere mit der gläsernen Feuchtigkeit erfüllte Raum des Auges einem solchen Zimmer völlig ähnlich, und wird durch den schwarzen die braune Haut von innen bekleidenden und durch die durchsichtige Netzhaut durchscheinenden Leim verdunkelt.

Diese Aehnlichkeit des Auges mit dem verfinsterten Zimmer, welche Porta (De refractione, optices parte libri IX. Neapol. 1583. 4.) zuerst entdeckt hat, leitete die Naturforscher auf bessere Wege zur Erklärung des Sehens, und bewies, daß dabey etwas von außen her ins Auge komme, da unter den Alten viele geglaubt hatten, die Stralen giengen vom Auge aus, wie etwa der Stock, durch den man etwas befühlt, von der Hand ausgeht. Porta selbst war inzwischen von der richtigen Erklärung noch weit entfernt. Er nahm die Oefnung des Sterns für das Loch im Laden des Zimmers und die Krystallinse für die Wand an, auf welcher sich das Bild *abmahle*; er behauptete auch dieser Theorie gemäß, daß von jedem Punkte der Sache nur ein einziger Stral ins Auge komme.

Kepler, der so viel neue Wahrheiten gelehrt hat, lehrte auch zuerst (Paralipomena ad Vitellionem, Frf. 1604. 4. cap. 5.) die Art und Weise der Entstehung des Bildes richtig. Er zeigte, daß es auf die Netzhaut falle, und daselbst deutlich seyn müsse, wenn man deutlich sehen solle. Er war der erste, der aus jedem Punkte des Gegenstandes mehrere einen Kegel bildende Stralen ins Auge kommen, und durch den Punkt ihrer Wiedervereinigung den Ort bestimmen ließ, in welchem sich das deutliche Bild des stralenden Punkts entwirft. Scheiner in Rom setzte endlich im Jahre 1625 diese Keplerische Erklärung ganz außer Zweifel. Er schnitt von einem Ochsen- oder Schaafauge die hintern Häute bis auf die Netzhaut weg, und erblickte nun die Bilder solcher Gegenstände, die sich in der gehörigen Entfernung befanden, auf der bloßen Netzhaut

deutlich abgemahlt. Eben dies nahm er auch an einem menschlichen Auge wahr.

Inzwischen muß man sich hüten, die Aehnlichkeit des Auges mit dem verfinsterten Zimmer allzuweit zu treiben, sich etwa die Seele als den Zuschauer vorzustellen, der das Bild betrachtet, und zu glauben, das, was sie empfindet, sey das auf der Netzhaut entworfene Bild selbst. Dieses Bild zu sehen, müßte sie noch ein zweytes Auge haben, womit sie das Bild im ersten anblicken könnte. Deutliches Bild und deutliches Sehen sind zwar unzertrennlich mit einander verknüpft; allein nur als zwo Wirkungen einer und ebenderselben Ursache. Die genaue Wiedervereinigung der Stralen, welche aus einerley Punkte des sichtbaren Körpers ausgiengen, ist die Ursache der Deutlichkeit des Bildes und der Deutlichkeit des Sehens zugleich, s. Sehen.

Die Deutlichkeit des Bildes auf der Netzhaut wird gestört, wenn die Vereinigungspunkte nicht genau auf dieselbe treffen, sondern entweder vor ihr, oder hinter ihr liegen. Beyspiele beyder Fälle geben Fig. 30. und 31. Taf. III. In Fig. 30. haben sich die Stralen des Kegels BKK schon vor der Netzhaut bey b vereiniget, und durchkreuzt; in Fig. 31. erreichen sie einander bey b erst hinter der Netzhaut. In beyden Fällen bilden sie statt des Punkts B einen Kreis ab, der die Linie ac zum Durchmesser hat. Man sieht aber leicht, daß ein Bild undeutlich werden muß, wenn sich jeder Punkt desselben in einen Kreis ausbreitet. Mit diesem undeutlichen Bilde nun entsteht auch zugleich undeutliches Sehen.

Entfernte Gegenstände senden von jedem ihrer Punkte einen Stralenkegel ins Auge, dessen Stralen nahe am Auge keine merkliche Divergenz zeigen, eben darum, weil sie, rückwärts betrachtet, erst in einem entfernten Punkte zusammenlaufen. Ein solcher Kegel läßt sich also als ein Stralencylinder ansehen, dessen Stralen parallel laufen. So ist BKK, Fig. 30. vorgestellt. Rückte der gesehene

Punkt näher, etwa bis C heran, so würde der Vereinigungspunkt seiner nun divergirenden Stralen weiter hinter b hinausrücken (s. Linsengläser), u. auf die Netzhaut fallen, und das Bild würde deutlich seyn. Ein Auge, wie Fig. 30. sieht also nur in der Nähe, nicht in der Ferne deutlich. Die solche Augen haben, heißen Kurzsichtige, Myopen (myopes). Die letztere Benennung kömmt von dem Zusammenschließen oder Blinzen der Augenlieder, womit sie die Augen vor dem einfallenden vielen Lichte zu schützen suchen, u. welches man an den Augen der Mäuse ebenfalls bemerkt. Der Punkt C, in welchem sie die Gegenstände deutlich sehen (punctum visionis distinctae), liegt allzunahe vor ihren Augen. Gemeiniglich ist ihre Hornhaut erhabner und ihre Pupille weiter eröfnet. Eine allzu convexe oder zu dichte Krystallinse, welche parallele Stralen zu stark bricht, und also zu schnell vereiniget, oder ein allzugroßer Abstand der Linse von der Netzhaut sind die unmittelbaren Ursachen der Kurzsichtigkeit. Hohlgläser zerstreuen die parallelen Stralen, und machen, daß sie so divergiren, als ob sie aus dem Zerstreuungsraume dieser Gläser herkämen, s. Linsengläser. Hält daher ein Kurzsichtiger seinem Auge ein Hohlglas so vor, daß dessen Zerstreuungsraum in die Gegend von C (dem Punkte des deutlichen Sehens für sein Auge) fällt, so empfängt er die Stralenkegel so, als ob sie aus der Gegend von C kämen, und sieht auch entfernte Dinge deutlich.

Naher Gegenstände Punkte hingegen senden Stralen aus, die noch beym Eintritte ins Auge merklich divergiren, wie BKK, Fig. 31., deren Vereinigungspunkte also weiter hinter die Linse fallen, als die der parallelen Stralen, s. Linsengläser. Rückte B in eine größere Entfernung hinaus, so würde der Vereinigungspunkt b näher rücken, und endlich die Netzhaut selbst treffen, also ein deutliches Bild geben. Ein Auge, wie Fig. 31., sieht also nur in der Ferne, nicht in der Nähe, deutlich. Diejenigen, deren Augen so gebildet sind, heißen Weitsichtige, Presbyten (bresbytae), weil man diesen Fehler

gewöhnlich an den Augen alter Personen findet. Man zählt schon diejenigen zu den Presbyten, die eine Sache, um sie deutlich zu sehen, einen Schuh weit vom Auge entfernen müssen. Manche müssen sie 2—3 Schuh weit abhalten. Die Presbyten haben insgemein eine flache Hornhaut, eine flache Krystallinse und ein kurzes Auge, in welchem die Netzhaut der Linse zu nahe steht. Bey alten Leuten ist auch die Pupille enger, und die Linse platter und trockner. Erhabne Gläser machen, daß die Stralen aus nahen Punkten nach dem Durchgange so gehen, als ob sie aus entferntern Punkten herkämen, s. Linsengläser, Brillen. Daher bedienen sich Weitsichtige und Alte der Brillen, um auch nahe Dinge deutlich zu sehen.

Diese Fehler der Augen, und die schon längst bekannten Mittel, ihnen durch Gläser abzuhelfen, hat vor Keplern (Paralip. in Vitell. p. 200.) niemand richtig erklären können. Da man aus jedem Punkte nur Einen Stral ins Auge kommen ließ, so konnte man auf die richtige Idee von Vereinigungspunkten nicht kommen. Kepler versichert, daß er dieser Sache drey Jahre lang nachgedacht habe

Für jedes Auge muß es eine gewisse Weite geben, in welcher es in seinem natürlichen Zustande und ohne alle Anstrengung deutlich siehet. Diese Weite (distantia visionis distinctae) ist fast für jedes Auge eine andere; die Optiker pflegen sie zwar für ein gutgebautes Auge im Durchschnitte auf 8 Zoll zu setzen, Jurin aber nimmt 15 bis 16 engl. Zoll an, und sie kan, zumal für weitsichtige Augen, vielleicht noch größer seyn. Das Auge besitzt ein Vermögen, seine Einrichtung zu ändern, und dadurch auch noch auf größere und kleinere Weiten vollkommen deutlich zu sehen. Weil es aber auch noch einige Undeutlichkeit vertragen kan, so lassen sich diese Weiten noch mehr aus einander rücken, daß sich also die Grenzen, in welchen ein gutgebautes und seine Einrichtung stark zu ändern fähiges Auge mit ziemlicher Deutlichkeit sehen kan, ungemein weit erstrecken.

Worinn aber dieses Vermögen des menschlichen Auges, seine Einrichtung für nähere und entferntere Gegenstände zu ändern, eigentlich bestehe, darüber sind die Meinungen sehr getheilt. Kepler (Dioptr. prop. 64.) glaubte, wenn man nahe Gegenstände betrachte, so mache der Stralenkörper (corpus ciliare) durch seine Zusammenziehung das Auge länger, indem er die gläserne Feuchtigkeit drücke, welche daher die Krystallinse vorwärts treibe, und weiter von der Netzhaut entferne. Diese Meinung hat Porterfield (Treatise on the eye. Edinb. 1759. II. Vol. 8.) mehr ausgeschmückt, und behauptet, im natürlichen Zustande sey der Stralenkörper schlaff und das Auge kürzer, daher man entfernte Gegenstände ohne Anstrengung betrachten könne; nahe Gegenstände deutlich zu sehen, müsse der Stralenkörper zu Verlängerung des Auges wirken, daher es durch diese Anstrengung ermüde. Scheiner und Descartes (Dioptr. c. 3.) nahmen an, durch die Zusammenziehung des Stralenkörpers werde vielmehr die Gestalt der Krystallinse selbst convexer; und überhaupt, sagt der letztere, wird die Figur des Auges, ja sogar eines Theils vom Gehirn verändert, wodurch die Seele die Entfernungen zu schätzen weiß. Dieser Meinung, in so fern sie die Krystallinse betrift, ist Jurins Hypothese (vom deutl. Sehen im Smith nach Kästner S. 497.) gerade entgegengesetzt. Er meint, für entlegnere Sachen zögen sich die Stralenfasern zusammen, und brächten die vordere Seite der Kapsel der Krystallinse etwas vorwärts und auswärts, dadurch fließe das Wasser in der Kapsel von der Mitte nach dem erhabnen Theile hin, die wässerichte Feuchtigkeit aber von dem erhabnen Theile der Kapsel nach der Mitte, und die Vorderfläche der Linse werde weniger convex. Für nähere Gegenstände wirke ein Muskelring an der Iris, der die Hornhaut erhabner mache. Pemberton glaubt, die Krystallinse selbst sey mit muskulösen Fibern versehen, welche ihren Flächen die für die Entfernung der Gegenstände gehörige Krümmung gäben. Musschenbroeck (Introd. ad philos.

nat. To. II. §. 1884.), oder vielmehr Albinus, von dem die anatomischen Stellen dieses Buchs herrühren, sucht die Ursache in der corona ciliari, welche bey nahen Gegenständen erschlaffe, daher die von den Häuten gepreßte gläserne Feutigkeit die Krystallinse vordrücke und von der Netzhaut entferne, wodurch auch die Linse selbst flächer werde. Camper nimmt eine durch den Petitischen Canal bewirkte Veränderung der Gestalt der Linse an, und Sauvages glaubt, dieser Canal werde, wenn wir etwas scharf betrachten, von elektrischer Materie aufgetrieben. Molinet behauptete, die vier geraden Augenmuskeln zögen bey entfernten Gegenständen die harte Haut zusammen und verkürzten das Auge; Bohn und Boerhave, sie zögen die harte Haut von der Hornhaut ab, und verlängerten das Auge für nahe Gegenstände; andere haben theils die eine, theils die andere Wirkung den schiefen Augenmuskeln zugeschrieben. De la Hire (Sur les differens accidens de la vue. Mém. de l'acad. de Paris. 1749.) behauptete, es sey zum Deutlichsehen in verschiedenen Entfernungen blos eine verschiedne Eröfnung der Pupille nöthig, die sich bey Betrachtung naher Gegenstände merklich verengert. Diese Meinung, die schon längst verworfen war, haben le Roi (Mém. de Paris 1755.) und v. Haller (Elem. Physiolog. ed. Lausann. 1763. gr. 4. To. V. p. 516.) wieder erneuert. Die Stralenfasern, sagen sie, sind zu schwach, hängen auch nicht an die Linse an, und sind nicht muskulös, und bey dem grossen Umfange der Grenzen des deutlichen Sehens mancher Augen müssen die Wirkungen weit beträchtlicher seyn, als Bewegung und Veränderung der Gestalt der Linse sie je hervorbringen könnten. Haller behauptet, es sey im Auge gar keine innere Bewegung zu finden, als die Erweiterung und Verengerung der Pupille, Jurins Muskelring sey ein Unding, die Kraft der äußern Augenmuskeln sey zu grob für so feine Veränderungen, auch gebe die harte Haut solchen Veränderungen nicht nach und die Verengerung der Pupille sey völlig hinreichend, weil auch im verfinsterten Zimmer die Bilder naher Dinge deutlicher würden, wenn man die Oefnung verengere.

Dieser große Physiolog hat aber nicht daran gedacht, daß bey der Betrachtung entfernter Gegenstände der Stern sich nicht verengert, sondern erweitert, da doch die Erfahrung lehrt, daß auch entfernter Dinge Undeutlichkeit durch eine gewisse uns fühlbare Einrichtung des Auges gehoben wird, wozu also auch andere Hülfsmittel vorhanden seyn müssen. Zinn (Progr. de ligamentis ciliaribus. Gotting. 4.) pflichtet Keplers Meinung bey, daß der Stralenkörper die Lage der Krystallinse ändere; nur geschehe dieses nicht durch muskulöse Fibern, sondern durch den Zufluß mehrerer Säfte in die Gefäße des Stralenkörpers, wodurch derselbe aufschwelle, die gläserne Feuchtigkeit presse und die Krystallinse vordrücke.

Eben so sehr sind die Meinungen über die Ursache der allgemein bekannten Verengerung der Pupille bey starkem Lichte, und ihrer Erweiterung im Dunkeln, getheilt. Diese unwillkührliche Bewegung kan leicht vor dem Spiegel wahrgenommen werden, wenn man das Auge bey starker Erleuchtung abwechselnd mit der Hand deckt und frey läst. Auch ist sie schon von Galen und den Arabern erwähnt worden. Scheiner (Oculus p. 31.) bemerkt auch, daß sich der Stern bey Betrachtung einer nahen Sache, z. B. einer Nadel, verengere, und, wenn sie entfernt wird, wieder öffne. Auch erweitert sich der Stern bey der Blindheit, bey Wahnwitzigen, beym Schlagfluß, Einschläfern durch Opium, Fieberphantasien, überhaupt bey vielen Krankheiten, die das Gehirn betreffen, und im Tode selbst. Man hat zu Erklärung dieser Bewegungen der Iris Muskelfibern angenommen, von welchen die geraden zu Erweiterung, die ringförmigen zu Verengerung der Oeffnung dienen sollten. Dies haben viele große Zergliederer wie Rau, Ruysch, Heister, Winslow, angenommen, denen auch Porterfield beystimmt. Mery, Morgagni, Zinn und Haller aber haben wenigstens die ringförmigen nicht finden können. Der letztere fand durch Versuche die Iris nicht reizbar, und da er Reizbarkeit für ein wesentliches Kennzeichen der Muskelfaser hält,

so spricht er dieser Haut alle Muskelfibern überhaupt ab. Auch Demours hat in der Iris keine Reizbarkeit gefunden. Fontana ließ Lichtstralen durch einen papiernen Kegel auf die Iris eines Thiers fallen, welche dadurch nicht im geringsten bewegt wurde. Lambert (Photometrie S. 371.) ließ vor einem Spiegel durch ein Linsenglas das Bild der Lichtflamme blos auf die Iris eines seiner Augen fallen; aber beyder Augen Oefnungen blieben gleich groß; sobald hingegen noch so wenig von dem Lichtbilde auf die Pupille selbst fiel, ward die letztere kleiner, und dreymal so klein, als die im andern Auge, wenn das ganze Bild der Flamme darauf fiel. Dies beweist nun wohl, daß das Zusammenziehen von demjenigen Lichte entstehe, was auf die Netzhaut fällt. Hartley (Observations on Man, Vol. I. p. 219.) vermuthet deswegen, daß Nervenäste aus der Netzhaut in die Iris laufen; die Physiologen der Stahlischen Schule lassen die Seele selbst den Stern erweitern, wenn sie findet, daß ihr der Ueberfluß des Lichts nicht schaden könne. Nach Hallern (Physiolog. To. V. p. 378.) erregt der Reiz des Lichts auf der Netzhaut einen plötzlichen Zusammenfluß der Säfte in die Gefäße und Zäserchen der Iris, wodurch sich diese verlängern, und die Oefnung enger machen. Die Erweiterung der Oefnung ist die Rückkehr in den natürlichen Zustand. Den Reiz des starken Lichts fühlt man mit Schmerz, wenn man in die Sonne sieht, und ein allzustarker Reiz kan das ganze Werkzeug des Sehens zerstören. Er führt noch an, daß er an einer ersäuften Katze 23 Stunden nach dem Tode an der gelinden Wärme des Ofens die sehr erweiterte Oefnung des Augensterns sich fest wieder habe schließen gesehen, wo also der bloße Reiz der Wärme die Kräfte, welche die Iris erweitern, in Bewegung gesetzt habe. Fontana hält vielmehr den zusammengezognen Zustand des Augensterns für den natürlichen, und leitet die Erweiterung von einer Verminderung der Säfte in der Iris her.

Unmittelbare Ursachen der Blindheit sind unter andern Verdunkelung oder Undurchsichtigwerden der Krystal-

linse, der graue Stahr (cataracta, *cataracte*), und Lähmung oder Unempfindlichkeit des Sehnerven und der Netzhaut, der schwarze Stahr (amaurosis, *goutte sereine*). Dem grauen Stahre wird durch Hinwegdrückung oder Herausziehung der Kristallinse abgeholfen. Denn da die wäserichte und gläserne Feuchtigkeit ebenfalls die Stralen brechen und ihre Kegel convergent machen, so entsteht auch ohne Kristallinse ein Bild, ob sich gleich viele Operirte der Stahrbrillen bedienen müssen, um die Brechung zu verstärken, und den Mangel der Krystallinse zu ersetzen, da sonst die Vereinigungspunkte allzuweit hinter die Netzhaut fallen würden.

*Musschenbroek* Introd. ad philos. nat. To. II. c. 35. 36. *Zinn* descriptio anatomica oculi humani. Gotting. 1755. 4. c. *Haller* Elem. Physiolog. To. V. L. 19. Lieutaud Zergliederungskunst, mit Portals Anm. aus dem Franz. mit Zusätzen. Leipzig 1782. 8. II. Band. Cap. 5. Abschn. 2. Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel an mehreren Stellen.

Augenglas, s. Fernrohr.

**Ausdehnbarkeit**, Dilatabilitas, *Dilatabilité*. Die Fähigkeit der Körper, sich in einen größern Raum ausdehnen oder verbreiten zu lassen, s. Ausdehnung (Dilatatio). Der Körper, der diese Fähigkeit besitzt, heißt ausdehnbar. Fast alle bekannte Körper sind ausdehnbar.

Das Wort ist von Dehnbarkeit (Ductilitas) zu unterscheiden, s. Dehnbarkeit.

**Ausdehnung**, Extensio, *Etendue des corps*. Das allgemeine Phänomen der Körper, vermöge dessen ein jeder in einem Raume enthalten zu seyn scheint, den man nach dreyerley auf einander senkrecht stehenden Richtungen abmessen, oder in welchem man Länge, Breite und Höhe unterscheiden kan. Die sinnlichen Eindrücke, welche die Körper auf uns machen, belehren uns davon, daß ihre Theile neben einander liegen, und daß die Stellen, welche wir uns im Innern eines Körpers gedenken können, von den Theilen des Körpers selbst nach allen möglichen Richtungen umgeben werden, weil uns des Körpers äuf-

sere Theile diese innern Stellen verdecken, von welcher Seite wir auch den Körper betrachten mögen. Dies ist nun eben das, was wir mit dem Worte körperlicher Raum, körperliche Ausdehnung, bezeichnen, und da wir dies an allen Körpern ohne Unterschied wahrnehmen, und es also nothwendig mit dem Begriffe von Körpern überhaupt, der aus den sinnlichen Eindrücken abgezogen ist, verbinden, so können wir uns keinen Körper anders, als ausgedehnt, denken, daher die meisten Physiker die Ausdehnung eine wesentliche Eigenschaft der Körper oder der Materie nennen.

Denkt man sich die Materie des Körpers aus diesem Raume hinweggenommen, doch so, daß die Vorstellung des Raumes selbst noch zurückbleibt, so hat man das, was den Namen des geometrischen Raumes, der geometrischen Ausdehnung führt, und dessen Grenzen auf die Begriffe von Flächen, Linien, Punkten leiten. Der Geometer betrachtet diesen Raum als eine stetige Größe (continuum), deren Theile im ununterbrochensten Zusammenhange fortgehen, wo zwischen dem Ende des einen und dem Anfange des folgenden Theils nichts ist, was nicht zum Ganzen selbst mit gehörte. Er sieht diesen Raum an als vollkommen ausgefüllt durch seine Theile; daher kan er ihn auch so lange er will, d. h. ohne Ende theilen, weil in dem Begriffe, den er sich davon macht, nichts liegt, was der Möglichkeit einer fortgesetzten Theilung je entgegenstünde.

Denkt man sich aber die Materie des Körpers wieder in diesen Raum gebracht, so füllt ihn diese nicht so stetig, so vollkommen aus, wie ihn der Geometer ausgefüllt annahm. Sie läßt leere unausgefüllte Zwischenräume (s. Leere, zerstreute), und der absolut volle Raum des Descartes ist längst aus der bessern Naturlehre verwiesen. Diese Zwischenräume darf der Physiker nicht so in den physikalischen Körper mit einrechnen, wie der Geometer alle Theile des Raums ohne Unterschied zu dem geometrischen Körper rechnet. Dies ist nun eine Betrach-

tung, die der Möglichkeit einer Theilung der Materie ins Unendliche wohl Hindernisse entgegen setzen möchte, s. Theilbarkeit. Es läst sich hier wenigstens als möglich ansehen, daß es gewisse letzte Theile der Materie (s. Atomen), geben könnte, welche an sich nicht weiter theilbar wären. Ob nun diese letzten Theile noch ausgedehnt seyn oder scheinen würden, darüber haben wir wenigstens keine Erfahrungen, weil wir solche letzte Theile nie einzeln und abgesondert gesehen haben. Priestley hat sich die Materie als eine Menge von Kräften vorgestellt, die sich auf mathematische Punkte bezögen, und unter dem Worte *Materie* wird man ähnliche Vorstellungsarten andrer Weltweisen antreffen. So viel sich metaphysisch dagegen disputiren läst, so ist es doch unmöglich, durch Erfahrung etwas darüber auszumachen. Diese Betrachtungen haben mich bewogen, die Ausdehnung nicht eine wesentliche Eigenschaft der Materie, sondern ein allgemeines Phänomen der Körper zu nennen, da das Wesen der Materie vor sterblichen Augen verborgen ist.

Die Art, wie Körper ihren Raum einnehmen, ist von der Art, wie sich der Geometer den Raum ausgefüllt denkt, gerade so unterschieden, wie die Ausfüllung eines Maaßes durch Körner von dem ganzen Raume des Maaßes selbst, wie der aus zählbaren Mengen bestehende Gegenstand der Rechenkunst von dem meßbaren Gegenstande der Geometrie. Wer das Wesen der Materie durchschauen könnte, müste anzugeben vermögen, wie viel erste Theile, wie viel Atomen in jedem Körper vorhanden wären. Obgleich dies unmöglich ist, so werden wir doch durch das Gewicht der Körper davon belehrt, wie sich diese Mengen von Materie in verschiednen Körpern gegen einander verhalten, s. *Masse*. Der Raum, den die Körper einzunehmen scheinen, durch geometrische Ausmessung bestimmt, heißt ihr Volumen; dieses mit dem durchs Gewicht bestimmten Verhältnisse der Massen verglichen, führt auf die Begriffe von Dichte, specifischer Schwere, worauf sich ein großer Theil desjenigen gründet, was wir von den Körpern wissen.

**Ausdehnung**, Ausbreitung, Dilatatio, Expansio, *Dilatation, Expansion.* Die Verbreitung eines Körpers durch einen größern Raum, als er vorher einnahm, oder die Vergrößerung seines Volumens. Da hiebey vorausgesetzt wird, daß der Körper derselbe bleibe, oder daß die Menge seiner Materie nicht verändert werde, so erfordert die Ausdehnung, daß sich seine Theilchen weiter von einander entfernen, und größere Zwischenräume zwischen sich leer lassen müssen, d. i. daß der Körper dünner werde, daher die Ausdehnung in dieser Rücksicht auch Verdünnung (Rarefactio) heißt.

Die Hauptursachen der Ausdehnung der Körper sind die Wärme, welche fast alle bekannte Körper ausdehnt (s. Wärme), und die Elasticität, vermöge welcher sich Körper, wenn sie durch irgend eine äußere Kraft zusammengepreßt waren, sobald diese Kraft zu wirken aufhört, oder schwächer wird, von selbst in einen größern Raum ausdehnen, s. Elasticität. So wird die Luft durch die Wärme ausgedehnt, und da sie schon in dem Zustande, in welchem sie sich um uns her befindet, zusammengedrückt ist, so dehnt sie sich von selbst aus, sobald ihr Raum dazu gegeben wird.

Einige Schriftsteller haben die Namen Ausdehnung und Verdünnung unterscheiden, und den ersten für die Wirkung der Elasticität, den zweyten für die Wirkung der Wärme brauchen wollen; da aber jede Ausdehnung mit Verdünnung begleitet, und überdies das, was die Wärme thut, im Grunde nichts anders, als eine Verstärkung der specifischen Elasticität ist, so sehe ich keinen Grund, einen solchen Unterschied einzuführen.

Die Ausdehnung ist der Zusammendrückung, Zusammenziehung oder Verdichtung entgegengesetzt.

**Ausdünstung**, Exhalatio, Evaporatio, *Evaporation.* So nennt man die Auflösung flüßiger Materien und besonders des Wassers in der Luft, durch welche der Luftkreis unaufhörlich mit Dünsten, d. i. mit aufgelösten Theilen der Körper und mit Feuchtigkeit erfüllt wird.

Fast aus allen flüßigen, ja auch aus vielen festen Körpern steigen, wenn sie der Luft ausgesetzt sind, Theile in dieselbe auf, durch deren Abgang das Gewicht der Körper vermindert wird. Man findet, daß dieser Uebergang der Theile durch größere Wärme, Sonnenschein, Reinigkeit der Luft, größere Oberfläche, Bewegung der Luft rc. verstärkt wird. Diese fremdartigen Theilchen machen die Luft nicht undurchsichtig, lassen sich auch nicht leicht in derselben bemerken. Sie erheben sich aber im Luftkreise oft zu beträchtlichen Höhen, und vereinigen sich endlich durch irgend eine im Luftkreise vorgehende Veränderung in kleine Massen, welche der Luft ihre Durchsichtigkeit benehmen, und die Bestandtheile der Wolken ausmachen.

Besonders ist das Wasser diesem Uebergange seiner Theile in die Luft in einem sehr hohen Grade ausgesetzt, und obgleich einige flüchtige Geister, z. B. der Aether, der rauchende Salpetergeist, die flüchtige Schwefelsäure rc. noch weit schneller, als das Wasser, verdünsten, so macht doch die große Menge des auf der Erdoberfläche verbreiteten und in den Körpern enthaltenen Wassers, daß man diese Materie allerdings für den vornehmsten Stoff halten muß, mit welchem sich die Luft bey der Ausdünstung verbindet, und welcher das Vehikulum sehr vieler übrigen in den Luftkreis aufsteigenden Theile ist. Daher hat auch die Ausdünstung des Wassers die Physiker von jeher am meisten beschäftiget. Sie ist ohne Zweifel die Hauptursache der meisten im Luftkreise vorgehenden Veränderungen, und macht in dieser Rücksicht einen sehr wichtigen Gegenstand der Naturlehre aus.

Man hat durch die Werkzeuge, welche die Größe der Ausdünstung zu bestimmen dienen (s. Atmometer), gefunden, daß in der Gegend von Paris die Ausdünstung des Wassers, wenn sie über die Oberfläche, von welcher sie aufstieg, wieder ergossen würde, jährlich 28 bis 30 Zoll Höhe betragen würde. Nach Sedileau (Mém. de l' acad. des sc. de Paris 1792.) war die Ausdünstung in Paris

| | | Zoll. | Lin. |
|---|---|---|---|
| 1689 | Jan. | 0 | $6\frac{1}{2}$ |
| | Febr. | 0 | 7 |
| | März | 1 | $7\frac{1}{4}$ |
| | April | 2 | 7 |
| | May | 5 | 1 |
| | Jun. | 4 | $2\frac{1}{4}$ |
| | Jul. | 4 | $7\frac{1}{2}$ |
| | Aug. | 4 | $4\frac{1}{2}$ |
| | Sept. | 2 | 9 |
| | Oct. | 1 | $1\frac{1}{4}$ |
| | Nov. | 0 | $8\frac{2}{3}$ |
| | Dec. | 0 | $6\frac{1}{2}$ |
| | Summe | 28 Zoll | $8\frac{1}{12}$ Linien. |

Man sieht hierin den Einfluß der Wärme und des Sonnenscheins in den Sommermonaten deutlich. In England fand Halley (Phil. trans. no. 189.) die Ausdünstung in der wärmsten Jahrszeit täglich $\frac{1}{10}$ engl. Zoll; in Holland Crucquius (Phil. Trans. no. 381.) jährlich 26 Zoll; in Schweden Wallerius (schwed. Abhdl. 1739.) um das Ende des Junius täglich $\frac{1}{4}$ Zoll.

Rechnet man 30 Zoll jährlich als eine Mittelzahl, so beträgt die jährliche Ausdünstung aus jedem Quadratfuße Wasserfläche drey Cubikfuß; und wenn die halbe Oberfläche der Erde mit Wasser bedeckt ist, so steigen jährlich $168\frac{1}{2}$ Cubikmeilen Wasser daraus in die Atmosphäre. Setzt man hiezu die Ausdünstung der thierischen Körper, welche für einen mittelmäßigen Menschen jährlich auf 8 Zoll steigt, und für hundert Millionen Menschen allein 1280 Millionen Cubikfuß austrägt, ferner die Ausdünstung der Pflanzen, welche bey der Sonnenblume (Helianthus annuus) nach Hales in einem Sommertage auf $\frac{1}{30}$ Zoll steigt, und die des feuchten Landes, welche in England jährlich 8 Zoll betragen soll, ingleichen des sehr stark ausdünstenden Eises, so sieht man wohl, daß die Atmosphäre durch die Ausdünstung mit einer ungemeinen Menge von Substanzen versehen werde, welche sich in ihr auf ver-

schiedene Weise verbinden, neue Materien erzeugen und beträchtliche Veränderungen hervorbringen können.

Die Theorie der Ausdünstung hat die Physiker von jeher beschäftiget. Es ist die Frage davon, auf welche Art die Körper so getheilt werden können, daß sie in der Luft, als einer leichtern Materie, aufsteigen, und eine längere oder kürzere Zeit schwebend erhalten werden können. Man hat hierüber seit den ältesten Zeiten mancherley Hypothesen ausgedacht, deren Fehler vornehmlich darinn bestehen, daß jeder Naturforscher den Grund aller Phänomene der Dünste in einer einzigen Ursache gefunden zu haben glaubte, da sich doch hiebey gewiß mehrere Ursachen mit einander vereinigen. Da die Wärme oder das Feuer in die Ausdünstung einen so merklichen Einfluß hat, so hat schon Aristoteles (Meteorologic. L. I. c. 9.) die Entstehung der Dünste der Wirkung oder dem Stoße des Feuers zugeschrieben. Einige neuere sind ihm hierinn gefolgt. 's Gravesande (Elem. Phys. §. 2543.) glaubt, der Stoß allein reiche zwar nicht hin, aber die Wassertheilchen würden durch die Wirkung der Wärme verdünnt, und specifisch leichter gemacht, so daß sie den hydrostatischen Gesetzen gemäß so hoch aufstiegen, bis sie eine Luftschicht von gleicher specifischen Leichtigkeit anträfen. Wenn man bedenkt, daß das Wasser im gewöhnlichen Zustande auf 800mal schwerer, als die Luft, ist, und daß dennoch das Eis sehr stark, selbst stärker als Wasser, ausdünstet, so wird diese Erklärung unwahrscheinlich, da ein sehr geringer Grad der Wärme eine 800mal größere specifische Leichtigkeit bewirken müste. Muschenbroek aber (Elementa phys. Lugd. 1734. 8.) sucht diesem Einwurfe durch folgende Rechnung zu begegnen. „Die Dämpfe des kochenden Wassers, sagt er, sind 14000mal dünner, als „das Wasser selbst; die Hitze, welche diese Verdünnung „bewirkt, ist nach Fahrenheits Thermometer 212 Grad; „daher kan eine Sommerwärme von 90 Graden noch immer eine 5943fache, und die Temperatur des Eispunkts „von 32 Graden eine 2113fache Verdünnung bewirken, „mithin Dämpfe erzeugen, welche weit leichter, als die

„Luft, sind.“ Diese Berechnung ist zwar blos ein ungefährer Ueberschlag, und gründet sich auf die sehr willkührlich angenommene Eintheilung der Fahrenheitischen Thermometerscale; nach Reaumürs Scale würde man eben so finden, daß die Temperatur des Eispunkts gar keine Dämpfe mehr erzeugen könnte; sie hat also eigentlich keine Beweiskraft. Da man aber doch weiß, daß selbst in denen Temperaturen, die wir die kältesten nennen, noch Wärme anzutreffen sey, so kan man es wohl als möglich ansehen, daß die beym Eispunkte noch anzutreffende Wärme eine ziemliche Verdünnung bewirken könnte, welches die Musschenbroekischen Zahlen sinnlich machen. Es läßt sich aber auch außerdem noch einwenden, daß die Dünste, wenn sie blos der Verdünung der Theile wegen aufstiegen, im Winter nicht so hoch als im Sommer würden steigen können; da doch die Beobachtungen lehren, daß das Aufsteigen oder Niederfallen der Dünste keinesweges von der Wärme allein abhange.

Viele Naturforscher haben, um die Entstehung und das Aufsteigen der Dünste zu erklären, angenommen, daß die im Wasser enthaltene Luft, oder auch das Feuer selbst aus dem Wasser kleine Bläschen (bullulas, vesiculas) bilde, in welchen eine sehr verdünnte Luft oder eine andere äußerst feine und leichte Materie mit einer dünnen Wasserhaut überzogen sey. Halley (Philos. Trans. no. 192.) sucht durch solche Bläschen die Phänomene der Ausdünstung zu erklären; Chauvin (Nova circa vapores hypothesis in Misc. Berol. To. I. p. 120.) und Leibnitz (De elevatione vaporum et de corporibus, quae ob inclusam cavitatem in aëre natare possunt, Misc. Berol. To. I. p. 123.) nehmen solche Bläschen ebenfalls an. Der letztere berechnet, wenn die im Bläschen eingeschlossene Luft zehnmal dünner, als die äußere, sey, so müsse ein mit der äußern Luft im Gleichgewichte stehendes Wasserbläschen 888mal größer seyn, als der Raum, den seine Wasserhaut allein einnehmen würde, und prüft dabey zugleich den Vorschlag des Lana, eine luftleere kupferne Kugel in die Luft zu erheben, s. Aerostat. Fast die meisten

Physiker haben dergleichen Bläschen bey ihren Erklärungen des Aufsteigens der Dünste zu Hülfe genommen.

**Musschenbroek** (Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2297.) glaubt, die Bewegung der Theile durch den Stoß des Feuers allein reiche zur Erklärung nicht hin; die Dünste müsten sonst so schnell, als der abgeschossene Schrot, aufsteigen, welches man doch nie wahrnehme; auch verlasse das Feuer dünne Körper bald. Das Feuer dringe vielleicht in die Theilchen ein, vergrößere ihren Durchmesser, und verwandle sie in Bläschen, in welchen eine dünne Wasserhaut etwas weniges Feuer umschließe. Werde der Durchmesser nur 10mal vergrößert, so werde das Theilchen in den 1000fachen Raum ausgedehnt, also 1000mal leichter. Er hält aber doch das Daseyn der Bläschen nicht ganz für erwiesen, zumal, da das Eindringen der Luft selbst in solche hohle Körperchen die ganze Wirkung wieder vereiteln würde; er nimmt daher noch eine schon von **Descartes** angenommene umdrehende Bewegung der Wassertheilchen zu Hülfe, und schließt endlich doch, das Feuer allein könne nicht die Ursache des Aufsteigens der Dünste bis in die Region der Wolken seyn. Es komme daher noch die Elektricität zu Hülfe, woraus auch **Desaguliers** (Philos. Transact. no. 407. und Course of exper. philos. To. II. lect. 10.) die Sache erklärt hat; wenn kleine Körper von dieser umgeben wären, würden sie von der ebenfalls elektrischen Luft angezogen; so sey das Feuer (ignis mas) die Ursache des ersten Herausgehens, und die Elektricität (ignis femina) die Ursache des fernern Aufsteigens der Dünste, wozu er denn auch noch das unterirdische Feuer, die Gährungen im Innern der Erde, die Winde rc. hinzusetzt. Diese kurze Darstellung der Musschenbroekischen Meinungen wird zeigen, wie ungewiß man damals über die Ursachen der Ausdünstung war, und mich darüber rechtfertigen, daß ich nicht noch mehrere Hypothesen hinzusetze.

Die Akademie der Wissenschaften zu Bordeaux setzte im Jahre 1743 einen Preis auf die Erklärung des Aufsteigens der Dünste, welchen **Kratzenstein** (Abhdl. vom

Aufsteigen der Dünste und Dämpfe, Halle 1744. 8.) und Hamberger (Diss. sur la cause de l'elevation des vapeurs, Bordeaux 1743. 4.) beyde erhielten. Der erstere hielt sich ganz an das System der Bläschen (Vesicularsystem), deren Größe und specifische Schwere er durch sinnreiche Methoden zu bestimmen suchte, s. Dünste; der zweyte erklärte das Aufsteigen durch die Adhäsion der Theilchen an Feuer und Luft; an das Wassertheilchen auf der Oberfläche hängt sich nach ihm von innen das Feuer, welches seinen Zusammenhang mit dem übrigen Wasser trennt, und von außen die Luft; da aber die Luft stärker darauf wirkt, als das Feuer, so nimmt diese es an sich, und so wird es aus einer Luftschicht in die andere erhoben. In seinen 1750 neu herausgekommenen Elementis physices aber hat Hamberger die Ausdünstung gänzlich durch eine Auflösung des Wassers in der Luft erklärt, und von derselben eben so, wie von allen andern chymischen Auflösungen, Rechenschaft abzulegen versucht.

Am weitläufigsten ist die Theorie der Ausdünstung als einer Auflösung des Wassers in Luft von le Roi (Mém. sur l' elevation et la suspension de l' eau dans l' air, in den Mém. de l' acad. de Paris 1751. p. 481.) ausgeführt worden. Seine Sätze verdienen wohl einige Anführung.

1. **Das Wasser wird in der Luft wirklich aufgelöset.** Man werfe an einem heitern Sommertage etwas Eis in ein recht trocknes Glas. Das Glas wird davon bald trüb gemacht, und an seinen äußern Wänden zeigt sich eine unzählbare Menge kleiner Wassertröpfchen. Das Wasser, das sich in so großer Menge an die äußern Glaswände legt, muste doch vorher in der Luft schweben, und da es die Heiterkeit und Durchsichtigkeit derselben nicht minderte, muste es in ihr vollkommen aufgelöset seyn.

2. **Diese Auflösung hat gleiche Eigenschaften mit den Auflösungen der Salze im Wasser.** Luft von gegebner Wärme kan nicht mehr als eine bestimmte Menge Wasser in sich aufgelöst halten; wird sie kälter, so schlägt sich ein Theil des aufgelösten Wassers nieder; wird

sie wärmer, so löset sie mehr auf. Dies lehren die Versuche deutlich. Eine wohl verstopfte gläserne Kugel auf eiskaltes Wasser gelegt, überzieht sich nach 3—4 Minuten inwendig mit vielen Wassertröpfchen, die aber bald wieder verschwinden, wenn sich die Kugel erwärmt; dieser Wassertröpfchen sind weniger, wenn das Wasser, worauf die Kugel gelegt wird, wärmer ist. Uebrigens will le Roi durch den Ausdruck: Auflösung der Salze in Wasser, nur so viel sagen, es gehe eine wahre chymische Auflösung vor; er gebraucht das Beyspiel der Salze blos, die Sache sinnlicher zu machen, weil die Naturforscher damals noch nicht so, wie jetzt, an die Sprache der Chymie gewöhnt waren.

Le Roi schließt aus dieser Theorie, es müsse für jeden Zustand der Luft eine gewisse Temperatur geben, bey welcher sie anfangen würde, einen Theil des in ihr aufgelösten Wassers fallen zu lassen. Diese Temperatur nennt er den Grad der Sättigung der Luft. Wäre z. B. dieser Grad der Sättigung für einen gewissen Tag der zehnte Grad des Reaumürischen Thermometers, so würde die Luft, über diesen Grad erwärmt, immer noch mehr Wasser auflösen; gerade auf diesen Grad erkältet, zwar keines mehr auflösen, aber auch noch keines fallen lassen; unter diesen Grad erkältet aber desto mehr fallen lassen, je mehr sie erkältet würde. Er giebt Methoden an, diesen Grad der Sättigung zu jeder Zeit zu bestimmen, und schlägt Beobachtungen hierüber, mit andern meteorologischen Wahrnehmungen verglichen, als die besten Mittel vor, die wahren Ursachen der veränderlichen Auflösungskraft der Luft zu entdecken, s. Hygrometer.

Man könnte gegen diese Theorie des le Roi einwenden, das Wasser dünste nach Wallerius (schwed. Abhdl. 1740. S. 27.) auch im luftleeren Raume aus; allein da unter der Glocke der Luftpumpe eine so große Menge Luft aus dem Wasser selbst hervorgehet, so kan ein Raum, in welchem Wasser ausdünstet, nie vollkommen luftleer seyn.

Die neuste und vorjetzt die befriedigendste Theorie der Ausdünstung hat Herr de Saussure (Essais sur l'hy-

grometrie. a Neuchâtel. 1783. 8. Essai III.) vorgetragen. Dämpfe oder Dünste sind nach ihm Ausflüsse, welche sich aus den Körpern in die Luft erheben und in derselben schwebend bleiben, bis sie durch andere Ursachen wieder von ihr getrennt und in gröberer Form mit einander vereiniget werden. Alle Körper können durch Natur oder Kunst in Dämpfe aufgelöset werden; besonders wird das Wasser durch Hülfe des Feuers in den elastischen Dampf verwandelt, welchen man aus der Aeolipile (s. Windkugel) herausgehen sieht, und der die Dampfmaschinen treibt. Dieser elastische Dampf entsteht durch eine Verbindung des Feuers mit dem Wasser; mit seiner Entstehung hat die Luft nichts zu thun, sie ist vielmehr durch ihren Druck derselben mehr hinderlich, und im luftleeren Raume kan schon die geringe Wärme der Hand das Wasser in Dampf verwandeln, oder zum Sieden bringen, s. Sieden. Diese Auflösung des Wassers im Feuer heißt Verdampfung, s. Dämpfe.

Außerdem aber löset auch die Luft das Wasser auf, und verbindet sich vorzüglich sehr leicht mit dem durchs Feuer hervorgebrachten elastischen Dampfe desselben, wenn er nicht mehr Kraft genug hat, die Luft aus der Stelle zu treiben. Nach Herrn de Saussure soll die Luft das Wasser gar nicht unmittelbar auflösen, sondern blos sich mit dem elastischen Dampfe desselben vermischen, oder es soll keine Ausdünstung ohne Verdampfung geben. Ausdünstung ist also nach ihm Auflösung der elastischen Dämpfe des Wassers in der Luft.

Hieraus erklärt sich nun leicht das Phänomen, daß die Ausdünstung Kälte erzeugt. Richmann (Nov. Comm. Petropol. To. I. p. 290.) und von Mairan (Diss. sur la glace, P. II. Sect. 2. ch. 8. et 9.) hatten schon bemerkt, daß das Thermometer fällt, wenn man seine Kugel aus dem Wasser zieht und an der Luft trocknen läst, oder wenn man sie abwechselnd befeuchtet und trocknen läst, allein sie schrieben das Phänomen nicht der wahren Ursache zu. Cullen (Edinburgische Versuche, Th. II.) leitete es zuerst von der Ausdünstung her. Franklin be-

schreibt in seinem 60sten Briefe einen Versuch mit einer dünnen Glasröhre CD (Taf. III. Fig. 32.), an deren Enden sich zwo luftleere und halb mit Wasser oder Weingeist gefüllte Kugeln A und B befinden. Hält man beyde Kugeln in den Händen, so zeigt sich keine Bewegung; hält man aber nur die eine Kugel, indem die andere kalt bleibt, so geht das Wasser sogleich aus der erwärmten in die kalte über, und kocht darinn so lange, als man die leere Kugel in der Hand behält. So lange diese Kugel noch Wasser enthält, das sich in Dämpfe verwandlet, bleibt sie immer kalt, so warm auch die Hand seyn mag; sobald aber das Wasser heraus ist, wird sie sogleich warm. Sie entzog nemlich vorher der Hand die Wärme, die zur Verdampfung verwendet ward, und erregte dadurch Empfindung der Kälte.

Auch erklärt sich, warum Wind oder Bewegung der Luft die Ausdünstung in so hohem Grade befördere. Die Winde erneuern die Luft um den ausdünstenden oder trocknenden Körper beständig, und führen neue noch nicht gesättigte Luft herbey, welche die Dämpfe schneller auflöset. Daher *trocknen* die Winde so schnell.

Die Wärme befördert die Ausdünstung, 1) weil sie mehr Elementarfeuer herbeybringt, 2) weil sie die auflösende Kraft der Luft verstärkt, 3) weil sie Bewegungen in der Luft verursachet.

Die nicht in der Luft aufgelösten Dämpfe setzen sich an den Oberflächen kalter Körper als Thau oder Krystallen an. Finden sie keinen kalten Körper hierzu, so vereinigen sie sich in Tropfen, Nadeln oder Bläschen, und geben dadurch die Anlagen zu Regen, Schnee, Wolken und Nebeln, s. Dünste.

In dünnerer Luft enstehen zwar wegen des geringern Drucks die Dämpfe leichter, es wird aber auch weniger davon in der Luft aufgelöset. Daher ist die Ausdünstung in dünnerer Luft schwächer, wofern nicht das Wasser sehr warm ist, und durch kalte Oberflächen ein beständiger Niederschlag bewirkt wird. Man sieht bisweilen unter der Glocke der Luftpumpe, bald nach den ersten Zügen, eine

Wolke entstehen, welche wieder verschwindet, und aufs neue erscheint, wenn man wieder Luft unter die Glocke läßt, und das Auspumpen von neuem anfängt. Nollet (Leçons de Physique exp. To. III. p. 364.) hatte diesen Dunst schon bemerkt, glaubte, er entstehe aus der Luft, die bey der Verdünnung Feuchtigkeit fallen lasse, und erklärte so die Entstehung des Regens bey verdünnter Luft. De Saussure hingegen zeigt, er entstehe aus dem feuchten Körper der Luftpumpe, dessen Feuchtigkeit bey vermindertem Drucke der Luft mehr verdampfe, die nächsten Luftschichten bald sättige, und durch den Ueberfluß einen blasenförmigen Niederschlag bilde, den aber die folgenden Luftschichten bald auflösen. Eben dieser Dampf erscheint auch, wenn man verdichtete Luft wieder verdünnet, aus gleichen Ursachen.

Daß die Ausdünstung durch ein mechanisches Fortreißen der Wassertheilchen vom Feuer bewirkt werde, haben viele daher beweisen wollen, weil man Abends nach Sonnenuntergang eine so starke Ausdünstung des sich abkühlenden Erdbodens wahrnimmt. Allein de Saussure zeigt sehr wohl, daß hiebey die Ausdünstung nicht stärker, nur wegen der kühlen Luft sichtbarer sey. Wasser über dem Feuer dünstet nicht wegen des ausgehenden Feuers aus. Denn wenn die Mündung des Gefäßes in ein anderes gleich heißes geht, so ist die Ausdünstung weit stärker, obgleich alsdann gar kein Feuer aus dem Wasser herausgeht; daher darf auch beym Destilliren die Vorlage nicht allzuplötzlich oder zu stark erkältet werden. Mechanische Austreibung würde auch das Schweben der Dünste in der Luft nicht erklären, welches eine Festhaltung durch chymische Auflösung anzeigt.

Die Stärke der Ausdünstung hängt von Wärme des Wassers, Größe der Oberfläche, Wärme, Trockenheit, Bewegung und Dichte der Luft ab. Sie wird durch Werkzeuge gemessen, von welchen das Wort Atmometer nachzusehen ist.

Das Eis dünstet, wie schon Plinius (Hist. natur. XXXI. 3.) bemerkt hat, sehr stark aus. Doch vermindert

die Kälte diese Ausdünstung. Was Gauteron (Mém. de l'acad. de Paris. 1708. p. 451.) bemerkt haben will, daß es bey stärkerm Froste stärker dünste, ist nach Wallerius (schwed. Abhandlung. 1746.) nur für dem Augenblick der Entstehung des Eises wahr, in welchem die Ausdünstung überhaupt ungewöhnlich stark ist, s. Eis.

Volatile Beymischungen befördern die Ausdünstung des Wassers; salzige hemmen sie. Wallerius (a. a. O.) giebt dies nur für die ersten 24 — 28 Stunden zu, nach deren Verlauf Salzwasser eben so stark, als reines Wasser, dünste. Auch will er es nur für Kochsalz und Salpeter zugeben; Vitriol und Alaun sollen die Ausdünstung befördern. Es bleibt hierinn noch sehr viel zu untersuchen übrig. v. Haller (Mém. de l' acad. de Paris. 1764.), der aus der Sole bey Bevieux in der Schweiz durch Ausdünsten an der Sonne Salz zu ziehen versuchte, fand auch, daß mehr Salzgehalt die Ausdünstung schwäche.

Die neusten Versuche in Paris und London haben gelehrt, daß Ausdünstung des Wassers negative Elektricität errege — ein Zeichen, daß die aufsteigenden Dünste selbst positiv elektrisirt seyn müssen.

*Brisson* Dictionnaire raisonné de Phys. art. *Evaporation. Musschenbroek* Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2297. sqq. Torb. Bergmann phys. Beschreibung der Erdkugel durch Röhl. Greifsw. 1780. §. 106. u. f. *de Saussure* Essais sur l' hygrometrie, Essai III.

**Ausflüsse**, Effluvia, Emanationes, Exhalationes, *Emanations, Emissions, Exhalaisons.* Wenn sich Theile, die vorher zu einem Körper gehörten, von demselben trennen, und in flüßiger oder wenigstens sehr verfeinerter Gestalt durch das ihn umgebende Mittel verbreiten, so nennt man sowohl diese Begebenheit, als auch dasjenige selbst, was aus dem Körper herausgeht, einen Ausfluß. Die Trennung der Ausflüsse von dem Körper kan auf mehrere Arten, z. B. durch eine innere Bewegung seiner Theile, durch Auflösung ꝛc. bewirkt werden.

So erzeugen die Verdampfung und Ausdünstung der Körper, die Transspiration der Thiere und Pflanzen, die

Gährung, die Entbindungen der elastischen flüßigen Materien oder Gasarten, beständige Ausflüsse. Die Gerüche verbreiten sich durch Ausflüsse aus den riechenden Körpern, welche durch unmittelbare Berührung auf das Werkzeug des Geruchs wirken.

Diese Ausflüsse sind oft von einer bewundernswürdigen Feinheit. Boyle hat Beyspiele hievon in einer eignen Schrift (Exerc. de mira subtilitate effluviorum, in Opp. Genevae 1680. 4.) gesammlet. Ein Gran Moschus kan 20 Jahr lang einen grossen Raum mit merklichem Geruch erfüllen, ungeachtet die Luft alle Tage abgeändert wird. Eine Masse Asa fötida verlohr des heftigen Geruchs ohngeachtet in 6 Tagen an freyer Luft nur ⅞ Gran von ihrem Gewichte, woraus Keil (Introd. ad ver. phys. Lect. V.) berechnet, daß die Größe eines jeden Theilchens geringer, als ein 38 Trilliontheilchen eines Cubikfußes gewesen sey. Die Ausflüsse dringen daher oft durch die feinsten Zwischenräume, und werden von andern Körpern, ohne Zweifel durch eine Wirkung der Anziehung, entweder auf der Oberfläche festgehalten oder in das Innere eingesogen. Die verderblichen Ausflüsse kranker Körper haben bisweilen auf wunderbare und fast unbegreifliche Arten Pest und andere ansteckende Krankheiten verbreitet. Sennert (De febribus, L. IV. c. 3.) erzählt, nach der Pest zu Breslau im Jahre 1542 habe ein Pack Leinwand 14 Jahre gelegen, und nach Verlauf dieser Zeit in einer andern Stadt aufgewickelt, noch eine gefährliche Ansteckung an mehrere Orte verbreitet; und nach Diemerbroek (De peste, L. IV.) stieß ein Mann in Nimägen etwas Stroh, worauf ein Pestkranker vor acht Monaten gelegen hatte, das aber den ganzen Winter über der freyen Luft ausgesetzt gewesen war, mit dem Fuße fort, und bekam an diesem Fuße eine Pestbeule, ohne Fieber zu fühlen, oder sonst krank zu seyn.

Die menschlichen und thierischen Körper, so wie die Pflanzen, verlieren durch die Ausflüsse bey ihrer Transspiration unaufhörlich etwas von ihren Bestandtheilen, welches durch Nahrung und andere Zugänge wieder ersetzt

wird. Diese Veränderungen treffen flüßige und feste Theile; und es ist ausgemacht, daß wir nach Verlauf einer Anzahl von Jahren großentheils einen andern Körper statt des vorigen bekommen.

Es ist daher nicht zu läugnen, daß die Ausflüsse der Körper ein sehr wirksames Mittel sind, wodurch die Natur, ganz still und unbemerkt, manche Veränderung von großen Folgen hervorbringt. Man hat sie aber auch oft zu Erklärungen von Phänomenen und zu Theorien gemißbraucht, welche nur den Aberglauben und die Betrügerey zu nähren dienten. Ein Beyspiel hievon ist die Erklärung des Phänomens, daß der Wein in den Fässern trüb wird, wenn in den entfernten Ländern, wo dieser Wein wuchs, die Trauben reifen. Man hat behaupten wollen, daß die Ausflüsse der reifenden Trauben, die sich durch die ganze Atmosphäre verbreiteten, den Wein an den entlegensten Orten trüb machten, ohne zu bedenken, daß eine gewisse Beschaffenheit der Luft in dieser Jahrszeit zugleich die Ursache des Reifens und Trübwerdens seyn kann. So hat man die fabelhaftesten Erzählungen von sympathetischen und antipathetischen Wirkungen und Heilmitteln, von Aufsuchung der Metalle oder Entdeckung der Mörder durch die Wünschelruthe, vom Spüren oder vielmehr Fühlen des Wassers in einer großen Tiefe unter der Erde, u. dgl. durch Ausflüsse begreiflich zu machen, und viele abgeschmackte Mährchen durch ein umgehangenes Gewand einer physikalischen Erklärung ihrer verdienten Verachtung zu entreißen gesucht. Ein solches Verfahren ist der Entdeckung und Ausbreitung der Wahrheit ungemein hinderlich; es zieht von genauer Untersuchung der Thatsachen und von Entlarvung der Betrüger ab, unterhält die Leichtgläubigkeit, und verführt auch denjenigen Theil des Publikums, der sonst weise und aufgeklärt scheinen will, durch den Vorwand, daß sich gewisse Sachen doch physikalisch erklären ließen. Ich läugne nicht, daß gegen die Ausflüsse der Körper, die sich oft sehr weit verbreiten, gewisse Menschen, Thiere u. s. w. empfindlicher als andere sind; von den Hunden z. B. ist dies unläugbar;

Gährung, die Entbindungen der elastischen flüßigen Materien oder Gasarten, beständige Ausflüsse. Die Gerüche verbreiten sich durch Ausflüsse aus den riechenden Körpern, welche durch unmittelbare Berührung auf das Werkzeug des Geruchs wirken.

Diese Ausflüsse sind oft von einer bewundernswürdigen Feinheit. Boyle hat Beyspiele hievon in einer eignen Schrift (Exerc. de mira subtilitate effluviorum, in Opp. Genevae 1680. 4.) gesammlet. Ein Gran Moschus kan 20 Jahr lang einen großen Raum mit merklichem Geruch erfüllen, ungeachtet die Luft alle Tage abgeändert wird. Eine Masse Asa fötida verlohr des heftigen Geruchs ohngeachtet in 6 Tagen an freyer Luft nur $\frac{1}{8}$ Gran von ihrem Gewichte, woraus Keil (Introd. ad ver. phys. Lect. V.) berechnet, daß die Größe eines jeden Theilchens geringer, als ein 38 Trilliontheilchen eines Cubikfußes gewesen sey. Die Ausflüsse dringen daher oft durch die feinsten Zwischenräume, und werden von andern Körpern, ohne Zweifel durch eine Wirkung der Anziehung, entweder auf der Oberfläche festgehalten oder in das Innere eingesogen. Die verderblichen Ausflüsse kranker Körper haben bisweilen auf wunderbare und fast unbegreifliche Arten Pest und andere ansteckende Krankheiten verbreitet. Sennert (De febribus, L. IV. c. 3.) erzählt, nach der Pest zu Breslau im Jahre 1542 habe ein Pack Leinwand 14 Jahre gelegen, und nach Verlauf dieser Zeit in einer andern Stadt aufgewickelt, noch eine gefährliche Ansteckung an mehrere Orte verbreitet; und nach Diemerbroek (De peste, L. IV.) stieß ein Mann in Nimägen etwas Stroh, worauf ein Pestkranker vor acht Monaten gelegen hatte, das aber den ganzen Winter über der freyen Luft ausgesetzt gewesen war, mit dem Fuße fort, und bekam an diesem Fuße eine Pestbeule, ohne Fieber zu fühlen, oder sonst krank zu seyn.

Die menschlichen und thierischen Körper, so wie die Pflanzen, verlieren durch die Ausflüsse bey ihrer Transspiration unaufhörlich etwas von ihren Bestandtheilen, welches durch Nahrung und andere Zugänge wieder ersetzt

wird. Diese Veränderungen treffen flüßige und feste Theile, und es ist ausgemacht, daß wir nach Verlauf einer Anzahl von Jahren großentheils einen andern Körper statt des vorigen bekommen.

Es ist daher nicht zu läugnen, daß die Ausflüsse der Körper ein sehr wirksames Mittel sind, wodurch die Natur, ganz still und unbemerkt, manche Veränderung von großen Folgen hervorbringt. Man hat sie aber auch oft zu Erklärungen von Phänomenen und zu Theorien gemißbraucht, welche nur den Aberglauben und die Betrügerey zu nähren dienten. Ein Beyspiel hievon ist die Erklärung des Phänomens, daß der Wein in den Fässern trüb wird, wenn in den entfernten Ländern, wo dieser Wein wuchs, die Trauben reifen. Man hat behaupten wollen, daß die Ausflüsse der reifenden Trauben, die sich durch die ganze Atmosphäre verbreiteten, den Wein an den entlegensten Orten trüb machten, ohne zu bedenken, daß eine gewisse Beschaffenheit der Luft in dieser Jahrszeit zugleich die Ursache des Reifens und Trübwerdens seyn kann. So hat man die fabelhaftesten Erzählungen von sympathetischen und antipathetischen Wirkungen und Heilmitteln, von Aufsuchung der Metalle oder Entdeckung der Mörder durch die Wünschelruthe, vom Spüren oder vielmehr Fühlen des Wassers in einer großen Tiefe unter der Erde, u. dgl. durch Ausflüsse begreiflich zu machen, und viele abgeschmackte Mährchen durch ein umgehangenes Gewand einer physikalischen Erklärung ihrer verdienten Verachtung zu entreißen gesucht. Ein solches Verfahren ist der Entdeckung und Ausbreitung der Wahrheit ungemein hinderlich; es zieht von genauer Untersuchung der Thatsachen und von Entlarvung der Betrüger ab, unterhält die Leichtgläubigkeit, und verführt auch denjenigen Theil des Publikums, der sonst weise und aufgeklärt scheinen will, durch den Vorwand, daß sich gewisse Sachen doch physikalisch erklären ließen. Ich läugne nicht, daß gegen die Ausflüsse der Körper, die sich oft sehr weit verbreiten, gewisse Menschen, Thiere u. s. w. empfindlicher als andere sind; von den Hunden z. B. ist dies unläugbar;

allein man muß ihnen nicht Wirkungen, wie Bewegung einer Ruthe u. dgl., die sie nie haben können, zuschreiben, und überhaupt nie eher erklären wollen, als bis die Thatsachen und Beobachtungen zuverläßig ausgemacht und gehörig bestimmt sind.

Man hat auch die elektrischen und magnetischen Erscheinungen durch Ausflüsse aus den Körpern zu erklären gesucht. Es kömmt hiebey auf den Begriff an, den man mit dem Worte Ausfluß verbindet. Versteht man darunter die in der Luft aufgelöseten Ausdünstungen oder flüchtigen Bestandtheile der Körper, durch welche diese einen Abgang ihrer Masse leiden, ihren Geruch verbreiten u. s. f., so sind diese Ausflüsse, so fein sie immer seyn mögen, doch noch zu grob, um sich mit den weit feinern Ursachen der Elektricität und des Magnetismus vergleichen zu lassen. Nennt man aber Ausfluß alles ohne Unterschied, was aus den Zwischenräumen eines Körpers kömmt, so kan man es allenfalls zulassen, die Materien, welche bey den elektrischen und magnetischen Erscheinungen aus den Körpern ausströmen, Ausflüsse zu nennen, wie z. B. Musschenbroek und Nollet thun, ob es gleich nicht dem neuern physikalischen Sprachgebrauche gemäß ist.

Da Newton das Licht für einen solchen Ausfluß aus den leuchtenden Körpern angenommen hat, so wird seine Theorie des Lichts insgemein das Emanations- oder Emissionssystem genannt.

**Auslader**, Excitator electricus, *Excitateur, Arc-conducteur*. So heißen verschiedene zur elektrischen Geräthschaft gehörige Werkzeuge, welche zum Ausziehen der Funken und zur Entladung der Flaschen und Batterien dienen.

De Romas (Mém. presentés à l' Acad. des Sc. To. II. p. 393.) gab zu sicherer Ausziehung der Funken aus einer Wetterstange bey Gewittern einen Auslader an. Dieser besteht aus einer gläsernen, etliche Schuh langen, Röhre, an deren einem Ende sich eine blecherne Röhre befindet. Von der blechernen Röhre hängt eine Kette von

Messingdrath bis auf die Erde herab. Hält man diesen Auslader an der gläsernen Röhre in der Hand, und nähert das blecherne Ende der Wetterstange oder dem mit der Elektricität der Gewitterwolke geladenen Conductor, so bricht der Funken aus, geht aber durch die Kette sogleich in die Erde über. Die Hand wird durch den gläsernen Handgriff beschützt, und fühlt nichts von der durch den Funken verursachten Erschütterung. Die Glasröhre soll nach de Romas Vorschrift wenigstens einen halben Zoll im Durchmesser halten, auch so lang als möglich, und vollkommen trocken, die Kette aber 10—12 Schuh lang seyn.

Die Auslader, welche gewöhnlich zu Entladung der Flaschen oder Batterien gebraucht werden, bestehen aus einem Stabe von Messing (Taf. III. Fig. 33.), der insgemein in Gestalt eines C gekrümmt ist; man macht sie auch aus zween Schenkeln, die sich wie ein Zirkel öfnen lassen. Dieser Stab hat an seinen beyden Enden B und C metallene Knöpfe, und einen nichtleitenden Handgriff D, etwa von Glas oder gedörrtem Holz, der in der Mitte desselben befestiget ist. Beym Gebrauche faßt man das Instrument bey dem Handgriff, berührt eine von den beyden Seiten des geladenen elektrischen Körpers mit dem einen Knopfe, und nähert den andern an die andere belegte Seite, oder an eine mit derselben verbundene leitende Substanz A, so wird dadurch die Verbindung zwischen beyden Seiten ergänzt, der Schlag bricht aus, und der elektrische Körper wird entladen, ohne daß die Hand den Schlag fühlt. Wenn die Ladung nicht stark ist, so kan man auch ohne gläsernen Handgriff den bloßen Stab CB anfassen, weil die Elektricität den Weg durch das Metall nimmt, ohne in die Hand zu wirken; bey stärkern Ladungen aber hat man die Lateralexplosion zu fürchten.

Bey Entladung einer Batterie wird insgemein der Haken an der Seite des Kastens, worinn die Flaschen stehen, welcher mit der äußern Belegung verbunden ist, durch einen Drath mit dem einen Arme des Ausladers zusammengehangen, der andere Arm aber mit seinem Knopfe an

einen von den Stäben genähert, welche die innern Seiten der Flaschen mit einander verbinden.

Es ist sehr bequem, die Dräthe B und C an den Enden zuzuspitzen, und hohle messingene Kugeln darauf zu stecken. Wenn man alsdann die Kugeln abnimmt, so kan man vermittelst der Spitzen eine stille Entladung ohne Funken und Schlag bewirken.

Das Taf. III. Fig. 34. vorgestellte von Henly erfundene Instrument führt den Namen des allgemeinen Ausladers (*universal discharger*), und ist zu sehr vielen elektrischen Versuchen brauchbar. A ist ein Bret, welches den Fuß des Instruments abgiebt, BB zwo Glassäulen, in das Bret eingeküttet, und oben mit messingnen Hauben versehen, deren jede ein doppeltes Charnier hat, und in einer gläsernen Röhre den Drath DC trägt, der sich nicht nur in der Röhre verschieben, sondern auch vermittelst der Charniere sowohl vertikal, als horizontal herumdrehen läßt. Jeder Drath hat an dem Ende C einen Ring und an dem zugespitzten Ende D eine messingene Kugel, die man auch abnehmen kan. E ist eine starke hölzerne Scheibe, fünf Zoll im Durchmesser, auf deren Fläche ein Streif Elfenbein eingelegt ist, und die einen starken cylindrischen Fuß hat. Dieser Fuß geht in den hohlen Cylinder F, der in der Mitte des untern Brets befestiget ist, und worinn der Fuß der hölzernen Scheibe vermittelst der Stellschraube G auf jede erforderliche Höhe gestellt werden kan. H ist eine kleine zu diesem Instrumente gehörige Presse; sie besteht aus zweyen länglichen Bretern, welche durch zwey Schrauben an einander gepresset werden können, und läßt sich mit einem an dem untersten Brete befestigten Fuße statt der Scheibe E in das Instrument einsetzen.

Dieses Instrument dient, elektrische Schläge aus geladenen Flaschen oder Batterien durch oder über jeden beliebigen Körper gehen zu lassen. Verlangt man z. B. den Schlag über die Fläche eines Kartenblatts zu führen, so lege man das Blatt auf die Scheibe E, und stelle die Kugeln DD an die Fläche desselben, etwa ¾ Zoll aus einander. Verbindet man nun den einen Drath CD durch

eine Kette mit der äußern Belegung einer geladenen Flasche oder Batterie, und bringt den Knopf der Flasche oder den Knopf eines mit der innern Seite der Batterie verbundnen gewöhnlichen Ausladers gegen den andern Drath, so geht der Schlag aus einer Kugel in die andere über die Oberfläche des Kartenblatts hin. Will man durch ein Spiel Karten schlagen, so stellt man dasselbe aufrecht auf die Scheibe E, so daß es die Kugeln D D auf beyden Seiten berühren. Legt man Goldblättchen zwischen zwey Stücken Glas, läßt sie an beyden Seiten ein wenig herausgehen, preßt dann die Glasstücken mit der Presse zusammen, und legt die herausgehenden Enden der Goldblättchen an die Enden der Dräthe D D an, so verbindet der durchgehende Schlag das Metall so innig mit dem Glase, daß es davon weder abgeschabt, noch durch die gewöhnlichen Auflösungsmittel herausgebracht werden kan.

Cavallo vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, aus d. Engl. dritte Aufl. Leipzig 1785. gr. 8. S. 129.

**Austritt**, Emersio, *Emersion.* So heißt in der Sternkunde der Augenblick, in welchem bey Verfinsterungen oder Bedeckungen ein Gestirn aus dem Schatten oder hinter dem bedeckenden Körper wieder hervortritt. Der Augenblick, in welchem nach totalen Verfinsterungen ein Gestirn zuerst wieder sichtbar zu werden anfängt, heißt Anfang des Austritts; der Augenblick, in welchem es ganz vom Schatten oder von dem bedeckenden Körper verlassen wird, ist der gänzliche Austritt.

Bey Durchgängen der Venus und des Merkurs durch die Sonnenscheibe heißt Anfang des Austritts der Augenblick, in welchem der vorangehende Rand des Planeten den Sonnenrand von innen berührt; gänzlicher Austritt der, in welchem der nachfolgende Rand den Sonnenrand von außen berührt, oder der Planet die Sonnenscheibe ganz verläßt, s. Finsternisse, Bedeckungen, Durchgänge.

**Avtomate**, Avtomata, Machinae, quae sua sponte moveri videntur, *Automates.* Mechanische Kunst-

werke, welche ihre bewegende Kraft in sich selbst verborgen halten, und sich also von selbst, ohne merkliche äußere Kraft, zu bewegen scheinen. Gemeiniglich sind die bewegenden Kräfte Federn oder Gewichte, weil sich diese in den kleinsten Raum zusammenziehen, und am besten verbergen lassen. Die gewöhnlichen Taschenuhren geben das bekannteste Beyspiel von Avtomaten.

Einige Mechaniker haben die Kunst in Absicht auf dergleichen avtomatische Werke zu einer bewundernswürdigen Höhe getrieben. Die meiste Bewunderung verdienen diejenigen Avtomate, welche unter der Gestalt menschlicher Figuren allerley menschliche Handlungen vorzunehmen scheinen. Sie heißen **Androide** (hominem simulantia.) Die Tradition sagt von **Albert Grot**, insgemein Albertus Magnus genannt, er habe bereits im dreyzehnten Jahrhunderte ein Avtomat in menschlicher Gestalt verfertiget, welches den Anklopfenden seine Thüre geöfnet, und dabey einen Laut, als ob es sie anredete, von sich gegeben habe. So soll auch **Regiomontan** nach dem Anführen des **Ramus** (Schol. math. L. II. p. 65.) eine eiserne Fliege verfertiget haben, welche sich aus seiner Hand um die Tafel herumbewegte, und wieder zu ihm zurückkam. Beyde Erzählungen aber sind nicht glaubwürdig.

**Vaucanson** verfertigte im Jahre 1738 zu Paris seinen mit Recht so berühmt gewordenen **Flötenspieler**, welcher von ihm selbst (Le Mécanisme du Flûteur automate. Paris, 1738. übers. im Hamb. Mag. II. B. I. St.) umständlich beschrieben worden ist. Die Figur war 5½ pariser Schuh hoch, sitzend, und mit einem Piedestal versehen, in welchem die Hauptheile des Mechanismus verborgen waren. Mit einer unglaublichen Geschicklichkeit hatte der Urheber dieses Kunststücks die feinsten mechanischen Hülfsmittel so zu nützen und zu verbinden gewußt, daß diese Maschine verschiedene musikalische Stücke auf der Querflöte mit der grösten Genauigkeit in Unterscheidung des verschiedenen Takts und des Vortrags ausführte, ohne anders in die Flöte zu wirken, als der Mensch, nemlich mit den Lippen zum Ansatz, und mit den Fingern zur

Modulation der Töne. Wenn die lesenswürdige Beschreibung dieser Maschine nicht Erklärung eines schon vollendeten Werks, sondern Entwurf eines erst auszuführenden Plans wäre, so würden die meisten sie für eine sinnreiche Chimäre erklären. Vaucanson verfertigte noch außerdem einen Trommelschläger, der mit der einen Hand das Flageolet spielte, und mit der andern das Stück auf der Trommel mit einfachen, doppelten und Wirbelschlägen begleitete; ingleichen eine Ente, welche die Körner mit dem Schnabel aufnahm, kaute, verschlang, und durch die natürlichen Wege in einer verdauten Körnern ähnlichen Gestalt wieder von sich gab. Diese Ente schlug mit den Flügeln, richtete sich auf den Füßen in die Höhe, drehte den Hals u. s. w., und der Bau ihres Körpers war der Natur so viel möglich nachgeahmt. Diese Vaucansonschen Avtomate besitzt gegenwärtig Herr Hofrath Beireis in Helmstädt.

Die beyden Jaquet Droz in der Chaux-de-Fonds, Vater und Sohn, haben diese von Vaucanson zuerst in Aufnahme gebrachte Kunst noch höher getrieben, und durch avtomatische Mechanismen alles ausgeführt, was nur das fruchtbarste ganz für die Mechanik gebohrne Genie hat erdenken können. In der von Herrn Bernoulli herausgegebenen Beschreibung des Fürstenthums Welsch-Neuenburg und Vallengin (Sammlung kurzer Reisebeschreib. erster überzähliger Band. Berlin 1783. S. 152 u. f.) findet sich eine kurze Anzeige der Werke dieser berühmten Künstler, von deren jüngerem Vaucanson selbst gesagt haben soll, dieser junge Mann fange da an, wo er aufgehört habe. Die merkwürdigsten dieser Avtomate sind die Figur eines zweyjährigen Kindes, das sitzend an einem Pulte seine Feder eintaucht, das Ueberflüßige wegschüttelt, und alles, was man ihm in französischer Sprache vorsagt, nachschreibt; eine andere ähnliche Figur, welche mit dem Bleystifte kleine Zeichnungen auf einer Schreibtafel verfertiget; ein Mädchen, das den Flügel spielt, und ein zusammengesetztes Stück von 4½ Schuh ins Gevierte und 2—3 Schuh Höhe, welches mancherley Scenen der Na-

tur und Kunst mit mehreren avtomatischen Figuren darstellet. Ueberhaupt ist die Uhrmacherkunst und die feinere praktische Mechanik in der Chaux-de-Fonds und im Locle sehr weit getrieben worden. Man wird in der angeführten Beschreibung noch mehrere Avtomate anderer Künstler erwähnt finden, und es scheint das Clima dieser Gegenden dem mechanischen Genie besonders günstig zu seyn.

Unter den neusten Avtomaten hat der in Preßburg verfertigte **Schachspieler** des **Herrn von Kempelen** das meiste Aufsehen erreget. Beschreibungen des Aeußern dieser Maschine und ihres Spiels haben Herr **von Windisch** (Briefe über den Schachspieler des Herrn von Kempelen. Basel 1783. 8.) und Herr Prof. **Hindenburg** (Ueber den Schachspieler des H. v. K. Leipzig 1784. 8. auch im Leipziger Magazin zur Naturk. Math. u. Oekon. 1784. drittes Stück) gegeben. Aber den innern Bau derselben und die Art der äußern Einwirkung, welche nach Beschaffenheit der Züge des Gegners die bewegende Kraft so modificirt, daß sie passende Gegenzüge bewirkt, hält der Künstler geheim; auch ist diese Einwirkung dem Zuschauer völlig unsichtbar, und auf die Walze und das Räderwerk in einer vor der Figur stehenden und das Schachbret tragenden Kommode werden nur vor Anfang des Spiels flüchtige Blicke erlaubt. Herrn **Nicolai** Vermuthung (Beschreibung einer Reise durch Deutschland. VI. Band), daß die Sache ein grober Betrug, und ein Knabe in der Figur verborgen sey, wird dem, der die Maschine gesehen hat, durch den Mangel des Raums, durch die Beschaffenheit der Bewegungen selbst, und durch das Einsicht und Bescheidenheit verrathende Betragen des Künstlers, unwahrscheinlich. Auch Herr **Lichtenberg** (Magazin für das Neueste aus der Phys. III. B. 2. St.) glaubt, dieser Schachspieler sey kein mechanisches Kunstwerk. Hr. Prof. **Hindenburg** hingegen (a. a. O.) vermuthet eine mechanische Anordnung, welche Bewegung hervorzubringen strebt, aber erst durch den Zutritt einer Kraft von außen, vielleicht der magnetischen, wirklich hervorbringt, und glaubt, das Spiel der Figur sey großentheils mechanisch

und determinirt vorbereitet, und werde nur bey unvorhergesehenen Zügen des Gegenspielers auf eine unmerkliche Art abgeändert. Herr von Kempelen läugnet nicht, daß bey dem Spiele dieser Figur Täuschung vorgehe; ist aber diese Täuschung nur eine feinere, als Herr Nicolai vermuthet, so wird die Bekanntmachung derselben dem Künstler, obgleich nicht einträglicher, doch gewiß rühmlicher seyn, als sein bisher beobachtetes geheimnißvolles Zurückhalten.

**Automatische Bewegungen**, Motus automatici, *Mouvemens automatiques*, heißen nach **Boerhaave** diejenigen Bewegungen, welche von dem innern Bau des thierischen Körpers abhängen, und nicht willkührlich hervorgebracht werden, z. B. der Umlauf des Bluts, die Absonderungen der Säfte, die wurmförmige Bewegung der Gedärme, die Erweiterung und Verengerung des Augensterns u. s. w.

**Auzometer**, eigentlich wohl Axometer, Vergrößerungsmaaß, Auxometrum, *Auzometre*. Ein Werkzeug, womit sich die Stärke der Vergrößerung bey einem Fernrohre messen läßt.

Man kan zwar durch Berechnung finden, wie stark ein Fernrohr vergrößere, s. Fernrohr. Allein, weil man hiezu die Brennweiten aller Gläser genau kennen muß, und in Fällen, wo die Ocularröhre mehrere Linsen hat, die Rechnung manchem beschwerlich fällt, so haben schon ältere Lehrer der Dioptrik, z. B. Wolf (Elem. Dioptr. Probl. 38.) die Vergrößerung durch die Erfahrung zu finden, angewiesen. Sie schreiben vor, Ziegeln auf dem Forste eines Hauses mit dem einen Auge durchs Fernrohr, und zugleich mit dem andern ohne Fernrohr zu betrachten, das Fernrohr so zu wenden, daß der Anfang beyder Bilder auf einander falle, und zu zählen, wie viel mit dem bloßen Auge gesehene Ziegel von dem durchs Fernrohr vergrößerten Bilde eines einzigen Ziegels verdeckt werden. Diese Anzahl, die sich mit Hülfe des Fernrohrs leicht bestimmen läßt, wird die Vergrößerungszahl seyn. Diese

Methode aber ist für jeden unbrauchbar, dessen beyde Augen nicht gleiche Güte haben.

Der englische Mechaniker Adams hat daher ein sehr bequemes Werkzeug hiezu vorgeschlagen, dessen Beschreibung sich im Rozier (Journal de physique, Janvier 1783. p. 65.) findet. Die Einrichtung desselben gründet sich auf den Satz, daß die Vergrößerungszahl dem Quotienten des Durchmessers der Oefnung des Objectivs bd (Taf. III. Fig. 35.) durch fg, oder den Durchmesser des hellen Bildes, welches von der Oefnung des Objectivglases auf dem letzten Augenglase entworfen wird, gleich sey. Wenn z. B. beym astronomischen Fernrohre die Brennweiten beyder Gläser in n vereiniget sind, so ist die Vergrößerungszahl eigentlich $= \frac{an}{nz}$, welches aber wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke bnd und fng eben so viel als $\frac{bd}{fg}$ ist. Die Dioptrik lehrt, daß der Satz für alle Fernröhre, auch für die mit mehreren Ocularen, gelte.

Das Werkzeug selbst besteht aus drey kleinen metallnen Röhren, die zusammengeschoben nur etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll lang sind, und 11 Linien im Durchmesser haben. Die erste Röhre aben (Taf. III. Fig. 36.) steckt in der zweyten, und hat bey d eine Glaslinse in einiger Entfernung vom Augenloche C. Die zweyte pmof ist am Ende mit einer durchsichtigen Hornscheibe bedeckt, die durch Parallelstriche, welche nur $\frac{1}{100}$ Zoll von einander abstehen, getheilt ist. Die äußerste Röhre gstr ist an beyden Seiten offen, und dient blos dazu, der Scheibe mo den gehörigen Abstand zu geben, damit sie das Bild der Oefnung des Objectivglases auffangen könne, welches sich am Ende der Ocularröhre da, wo man sonst das Auge anhält, entwirft. Auf eben dieser Röhre ist ein Zoll in Zehntheile, und das eine Zehntel in Hunderttheilchen getheilt.

Der Gebrauch ist folgender. 1) Man richtet das Fernrohr so ein, daß man den Gegenstand deutlich sehen

kan. 2) Man zieht nun die Röhre a b e n so weit aus, daß man, gegen den Himmel, die Parallelstriche auf m o durch die Linse d deutlich erkennt. 3) Man setzt das Auzometer an die Ocularröhre, und verschiebt die Röhre g s t r so lange, bis man durch C das durchs Fernrohr gemachte Bild auf der Hornscheibe deutlich sehen kan. 4) Man zählt, wie viel Parallelstriche der Durchmesser dieses Bildes einnimmt. 5) Man mißt mit einem Zirkel den Durchmesser der Oefnung des Objectivglases in Hunderttheilchen des Zolles, und dividirt ihn durch die Anzahl der Hunderttheilchen, die sein Bild einnimmt. Der Quotient ist der obigen Theorie gemäß die Vergrößerungszahl. Nimmt z. B. das Stralenbild auf der Hornscheibe 5 Hunderttheile ein, und ist der Durchmesser des Objectivglases $1\frac{1}{2}$ Zoll oder 150 Hunderttheile, so wird die Vergrößerung $\frac{150}{5}$ oder 30fach seyn.

Beym galiläischen oder holländischen Fernrohre kan dieses Auzometer nicht gebraucht werden, weil man da wegen des hohlen Augenglases kein eigentliches Bild hat; wohl aber bey Spiegelteleskopen, wenn man es so anbringt, daß das Bild auf der Hornscheibe recht deutlich erscheint.

Lichtenberg Magazin für das Neueste aus der Physik, II. 2 St. S. 74. u. f.

**Axe**, Axis, *Axe*. In der Sphärik oder der Lehre von den Kugelschnitten wird dieser Name als ein allgemeines Kunstwort der geraden Linie PR, Taf. III. Fig. 37. beygelegt, welche die Mittelpunkte der aus mehreren parallellaufenden Kugelschnitten entstandenen Kreise, wie HI. DE, AQ, FG, KL, mit einander verbindet. Die Axe PR geht also auch durch den Mittelpunkt der Kugel C, welcher zugleich der Mittelpunkt des grösten unter diesen Kreisen, des Kreises AQ ist. Auch steht sie senkrecht auf den Ebnen aller dieser Kreise oder Kugelschnitte. Wenn man daher aus dem Mittelpunkte eines auf der Kugelfläche beschriebenen Kreises eine Linie auf seine Ebne lothrecht aufrichtet, und auf beyden Seiten bis an die Kugelfläche verlängert, so ist diese des Kreises Axe.

Stellt man sich vor, die Kugel würde an den Punkten P und R festgehalten, und so um die unbewegliche Linie PR umgedrehet, so muß bey dieser Umdrehung jeder Punkt der Kugelfläche einen von den parallelen Kreisen beschreiben, von welchen PR die Axe ist. Daher kömmt auch die Benennung, welche ursprünglich eine Linie bedeutet, um welche etwas gedreht wird.

So scheint sich das ganze Weltgebäude in 24 Stunden um eine unbewegliche Linie zu drehen, welche die Weltaxe heißt, und die Axe des Aequators und der mit ihm gleichlaufenden Tagekreise ist, s. Weltaxe. Eigentlich aber ist es die Erdkugel, welche in dieser Zeit sich um die Erdaxe dreht. Diese ist die Axe des Aequators der Erde und seiner Parallelkreise, s. Erdaxe.

Für jeden Kreis der Himmelskugel läßt sich eine Axe denken. So hat die Ekliptik ihre eigne Axe, s. Ekliptik; die Scheitellinie ist die Axe des Horizonts, die Morgen- und Abendlinie die Axe des Mittagskreises, die Mittagslinie die Achse des ersten Scheitelkreises.

Ein Rad dreht sich um das Holz, das man seine Axe nennt, wie der Kreis AQ um seine Axe PR. Eben so dreht sich ein Mühlrad an seiner Welle, ein Uhrrad an seiner Spindel rc. um die von einem Zapfen zum andern gezogne Linie; eben so ist der Kreis, den der umgedrehte Arm einer Winde, eines Haspels, einer Kurbel beschreibt, gegen die durch ihre Zapfen oder Lager gezogene Linie gerichtet. In diesen Maschinen heißen daher die genannten Theile sämmtlich Axen. Auch führt diese ganze Classe von Maschinen den Namen des Rads an der Axe, s. Rad.

Axe eines Cylinders heißt die gerade Linie, welche die Mittelpunkte seiner beyden Grundflächen verbindet, Axe eines Kegels die Linie aus seiner Spitze in der Grundfläche Mittelpunkt. Die Ursache der Benennung ist, weil man sich beym senkrechten Cylinder und Kegel vorstellen kan, sie seyen aus der Umdrehung eines Rechtecks oder rechtwinklichten Dreyecks um diese Linie entstanden.

Auch den Kegelschnitten, z. B. der Ellipse Taf. I. Fig. 17. werden Axen zugeschrieben. Sie sind diejenigen

Linien, welche alle auf sie rechtwinklicht gezognen Sehnen des Kegelschnitts halbiren. Die Ellipse und Hyperbel haben zwo Axen, die Parabel nur eine. So ist AP die große, DE die kleine Axe der Ellipse AMmDPE. Da die Planetenbahnen Ellipsen sind, so wird man hieraus verstehen, was große Axe der Planetenbahn sey, s. Apsidenlinie. Beyde Axen der Ellipse gehen durch den Mittelpunkt C, die große auch durch die Brennpunkte, z. B. durch S. Man nennt diese Linien vermuthlich darum Axen, weil die Kegelschnitte sich um sie drehen müssen, wenn die Körper erzeugt werden sollen, die man Ellipsoide, Hyperboloide, Paroboloide nennt.

Axe eines Linsenglases heißt die gerade Linie durch die Mittelpunkte der Krümmungen beyder Flächen. Sie geht durch die Mitte der Linse, und ist die Axe des grösten Kreises derselben. Axe eines erhabnen oder hohlen Spiegels, die Linie durch seine Mitte und den Mittelpunkt seiner Krümmung. Axe eines Fernrohrs, die gemeinschaftliche Axe aller seiner Gläser. Axe des Auges, oder Gesichtsaxe, die gerade Linie durch die Mitte des Augensterns und die *Mittelpunkte* der Krümmungen der Krystallinse und der übrigen Feuchtigkeiten.

**Azimuth**, Azimuth, *Azimuth*. Das Azimuth eines Sterns S, Taf. I. Fig. 5. heißt der Bogen des Horizonts HT, welcher zwischen dem Mittagspunkte H und dem Scheitelkreise des Sterns ZST enthalten ist. Das Azimuth ist das Maaß des Winkels HZT, welchen der Scheitelkreis des Sterns mit dem Mittagskreise macht. Es kan **östlich** (orientale) oder **westlich** (occidentale) seyn, je nachdem der Stern S vor oder nach seinem Durchgange drch den Mittagskreis beobachtet wird. Beym Durchgange selbst ist das Azimuth = 0.

Durch die astronomischen Quadranten, an welchen zu dieser Absicht ein getheilter horizontaler Kreis, der Azimuthalkreis, befindlich ist, wird, mittelst einer einzigen Beobachtung, das Azimuth HT mit des Sternes Höhe ST zugleich gefunden.

Im Kugeldreyecke ZPS, dessen drey Spitzen Scheitelpunkt, Weltpol und Stern sind, ist ZP der Aequatorhöhe des Orts, PS dem Complemente der Abweichung des Sterns SD, ZS dem Complemente seiner Höhe ST gleich; der Winkel Z ist der Nebenwinkel des Azimuths HZT; der Winkel P der Stundenwinkel, dessen Maaß der Bogen des Aequators AD ist, welcher sich noch durch den Mittagskreis schieben muß, ehe der Stern culminiret, oder sich, wenn der Stern schon durch den Mittagskreis gegangen ist, seit dem Augenblicke der Culmination durchgeschoben hat. Man sieht also leicht, daß unter folgenden fünf Stücken: Aequatorhöhe des Orts, Abweichung, Höhe, Azimuth und Stundenwinkel des Gestirns, nur drey gegeben seyn dürfen, um die beyden übrigen vermittelst des Dreyecks ZPS daraus zu berechnen. Von dieser Auflösung machen die Astronomen in vielerley Absichten Gebrauch.

Der Name Azimuth ist arabischen Ursprungs, und im mittlern Zeitalter in die Sternkunde eingeführet worden.

## B.

**Bäche**, Rivuli, *Ruisseaux*. Die kleinern fließenden Gewässer, welche unmittelbar aus den Quellen entspringen, und durch ihre Vereinigung Flüsse und Ströme bilden, s. Quellen, Flüsse.

**Bäder, warme**, Aquae calidae, Thermae, *Eaux, Eaux thermales*. So heißen diejenigen Quellen, welche wärmer sind, als der sie umgebende Luftkreis. Da ihr Wasser großentheils mineralische aufgelöste Theile mit sich führet, so wird es in medicinischen Absichten theils getrunken, theils als Bad gebraucht, daher sich die Benennung leicht erklärt.

Wallerius (Hydrologia, Stockh. 1748. 8. Hydrologie, übers. von Denso, Berlin 1751. 8.), Carthäuser (Rudimenta hydrologiae, Frf. 1760. 8.) und Zückert (Beschreibung aller Gesundbrunnen Deutschlands, Königsberg, zwote Aufl. 1776. gr. 8.) classificiren und be-

schreiben eine große Anzahl warmer Bäder, unter welchen ich hier nur einige beyspielsweise zu Anführung mehrerer Umstände ausheben will.

Des in ganz Europa berühmten Carlsbads wird schon im achten Jahrhundert erwähnt, ob es gleich erst seit 1370 durch Kayser Carl IV. bekannter geworden ist. Der Brudel oder Sprudel bricht nahe am Töpelfluß häufig aus fünf Oefnungen hervor, und steigt völlig 6 Fuß über die Oberfläche. Die Adern streichen quer unter dem Flusse durch, und mitten im Flusse, wo sich das Wasser selbst eine Steinrinde oder Sprudelschale gemacht hat, werden sie jährlich zweymal durch eine sechste Oefnung abgezapft, indeß man die Röhren und Ständer, durch die es gewöhnlich springt, reiniget. Diese Quelle giebt stündlich 50 Centner Wasser. Die Wärme ist ohngefähr 59 Grad nach Reaumur, brüht das Federvieh, und siedet die Eyer hart. Der Sprudel riecht etwas schweflicht, schmeckt, ehe er erkaltet, salzig, etwas fett und laugenhaft. Nach Gewittern schmeckt er stärker und kräftiger. Man erhält daraus durch das Abdampfen einen Rückstand von $29\frac{1}{2}$ Gran auf jedes Pfund, nemlich $2\frac{1}{2}$ Laugensalz, $19\frac{1}{2}$ Gran Glaubers Salz, $2\frac{1}{4}$ Gran Kalk und $5\frac{1}{4}$ Gran Selenit. Becher (Neue Abhdl. vom Karlsbade, Prag 1772. gr. 8.) giebt auf ein Pfund an $3\frac{1}{4}$ Gran Erde, welche er für die alkalinische Basis der Schwefelkiese hält, 13 Gr. Glaubersalz nebst 4 Gr. Kochsalz in Krystallen, und $8\frac{1}{4}$ Gran mineralisches Alkali mit einem geringen Eisengehalt. Selenit findet er nicht darinn. Nicht weit davon sind noch einige warme Quellen, unter welchen der Mühlbrunnen und Neubrunnen die vornehmsten sind. Beyde geben einen stärkern Rückstand, als der Sprudel, und enthalten vornehmlich mehr Glaubersalz. Der erste ist klärer und säuerlich, auch angenehmer, als der Sprudel, und hat 40 Grad Wärme nach Reaumur. Der letztere hat 48 Grad Wärme, riecht nach Schwefelleber, schmeckt aber nicht unangenehm. Der Sprudel ist wegen seiner Wirkung gegen Gicht und Stein bekannt. Er überzieht die meisten hineingelegten Sachen, doch das Fleisch nicht, mit einer Stein-

rinde, welches die warmen Bäder mehrentheils thun. Je heißer das Wasser ist, desto brauner und härter wird diese Rinde. Eine Meile von der Stadt bey Altsattel, wo man häufig Kiese fördert, wird Schwefel, Vitriol, und vor diesem Alaun, bereitet; man findet in der Gegend auch Steinkohlen, und da, wo die warmen Quellen entspringen, Dunstlöcher, oder Oefnungen, aus welchen erstickende Schwefeldämpfe hervordringen.

In den Aachner Bädern ist der Rückstand verschiedener zusammengeleiteter Wasser 20 — 24 Gran auf ein Pfund. Er besteht aus einem besondern Alkali, welches in der Hitze verflieget, und nicht einmal Schwefel auflöset. Dies macht ohngefähr den halben Gehalt aus; der Rest ist Kochsalz und Kalk. So sehr dieses Wasser nach Schwefelleber riecht und schmeckt, so hat man doch noch keinen Schwefel aus demselben ziehen können. Auf dem Wasser selbst aber setzt sich Schwefel an den Stellen, wo sich eine Steinrinde angelegt hat. Dieser ist anfangs weich, wird aber mit der Zeit hart, und bildet sich zu schiefrigen bis 1½ Lin. dicken Schichten. Um Aachen findet man häufig Steinkohlen, auch Galmey und Eisenerz. Das warme Wasser ist seifenartig, und wird mit Vortheil zum Waschen gebraucht.

Die Aachner Wasser sind so heiß, daß sie auf 12 (im Kaysersbade wohl 15 bis 18) Stunden lang stehen müssen, ehe sie gebraucht werden. Diese Hitze beträgt 32 — 56 Grad nach Reaumur. Man findet an andern Orten heiße Quellen fast bis zur Hitze des Siedpunkts.

Die gewöhnlichsten in den warmen Bädern enthaltenen Materien sind Laugensalz oder alkalische Erde, Glaubersalz, Kochsalz, Selenit, Kalk oder weiße Magnesia, auch zuweilen Eisen. Die schwefelartigen, welche wie Schwefelleber riechen und das Silber schwarz machen, sind die sonderbarsten. Das Wasser von Bath in England soll Alaun halten. Die seifenartigen Bäder führen eine feine Thonmaterie. Anweisungen zur chymischen Untersuchung der Bäder u. mineralischen Wasser überhaupt geben Bergmann (De analysi aquarum, in s. Sammlung

chem. Schriften) und Macquer (chym. Wörterb. Art. Wasser, mineralische).

Da viele dieser in den warmen Bädern enthaltenen Materien, besonders der Selenit und das Kochsalz, im Wasser auflösbar sind, und häufig in der Erde angetroffen werden, so ist es leicht begreiflich, wie das darüber hinfließende Wasser Theile davon in sich nehmen könne. Trift nun ein solches Salzwasser Thonerden an, so kan die fast in allen diesen Erden enthaltene Vitriolsäure einen Theil seines Kochsalzes zersetzen, und mit dem mineralischen Alkali, als der Grundlage desselben, Glaubersalz bilden. Treffen hingegen solche Wasser unter der Erde auf Kiese, die sich im Zustande der Zersetzung befinden, so können sie sich durch dieselben mit Schwefel-Eisen-Kupfervitriol, alaunigen Salzen u. dgl. überladen. So wird man sich mit Macquer die Entstehung solcher mineralischen Wasser sehr leicht vorstellen können.

Nach Bergmanns Meinung ist die Erklärung des Schwefelgehalts am schwersten, da diese Wasser zwar von Natur durch eine darauf entstehende Haut wirklichen Schwefel absetzen, die Kunst aber keinen daraus erhalten kan. Da der Dunst, der beym Fällen einer Schwefelleber aufsteigt, oder das hepatische Gas, vom Wasser eingesogen, ein Schwefelwasser erzeugt, so ist es sehr wahrscheinlich, daß der Schwefelgehalt in den mineralischen Wassern gröstentheils in diesem hepatischen Gas bestehe, s. Gas, hepatisches. Außerdem könnte wohl der Schwefel nicht anders, als vermittelst eines Laugensalzes, im Wasser aufgelöset seyn.

Die Hitze der warmen Bäder schreiben die Naturforscher fast einstimmig dem unterirdischen Feuer, oder wenigstens eben denselben Ursachen zu, welche dieses Feuer erzeugen. Hierunter gehört vornemlich das mit einem hohen Grade von Hitze begleitete Aufbrausen der Schwefelkiese und anderer Mineralien bey ihrer durch Einwirkung des Wassers und der Luft erfolgenden Zersetzung, s. Feuer, unterirdisches; daß also die wohlthätigen warmen Bäder einerley Ursprung mit den zerstörenden Erdbeben und

Vulkanen zu haben scheinen. Erxleben (Anfangsgr. der Naturl. §. 692.) fragt, ob nicht vielleicht Vitriolsäure, die auf Eisen wirkt, die Ursache der Hitze seyn könnte. Dies kan nur bey eisenhaltigen Bädern der Fall seyn. Wenn die Adern solcher Quellen tief unter der Erde liegen, so ist leicht abzusehen, daß sie ihre Hitze sehr lange behalten können, und daß dieselbe von der Wärme oder Kälte der äussern Luft ganz unabhängig ist.

Noch einige Umstände, den Gehalt der mineralischen Wasser betreffend, wird man bey dem Worte: Gesundbrunnen, antreffen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Wasser, mineralische. Bergmann phys. Beschr. der Erdkugel, 3 Abth. Cap. I. von Quellen.

**Ballistik**, Theoria ballistica s. motus projectilium, *Ballistique*. Die Lehre von den Bahnen, welche geworfene Körper in der Luft beschreiben. Sie macht einen Theil der höhern Mechanik aus, und ist vornehmlich für die Artillerie zur Theorie des Bombenwerfens und der Ladung und Richtung des groben Geschützes brauchbar.

Die Körper werden entweder lothrecht, oder horizontal, oder schief geworfen. Mit der aus dem Wurfe entstandenen Bewegung verbindet sich der durch ihre Schwere bewirkte Fall. Ist der Wurf lothrecht, so bleibt die Bewegung geradlinigt, und wird, wenn der Wurf von oben herab geschieht, durch den Fall beschleunigt, wenn aber der Wurf von unten herauf gerichtet ist, retardirt, und endlich ganz aufgehoben, worauf der Körper durch die bloße Wirkung seiner Schwere wieder herabfällt.

Bey horizontalen und schiefen Würfen aber, wo die Richtungen des Wurfs und der Schwere Winkel mit einander machen, entstehen Bewegungen in krummen Linien, welche nach den von Galilei entdeckten Gesetzen fallender Körper Parabeln seyn müssen, in so fern der Widerstand der Luft dieses nicht ändert. Setzt man diesen Widerstand aus den Augen, so erhalten die Lehren, die sich aus den Galileischen Sätzen herleiten lassen, den Namen der parabolischen Theorie der Ballistik. Nach dieser würden

sich geworfene Körper im luftleeren Raume bewegen. Die Aufgabe aber, das zu finden, was der Widerstand der Luft in dieser Theorie abändert, heißt das ballistische Problem. Außerdem gehören zur Anwendung der Ballistik noch Untersuchungen über die Geschwindigkeit, welche Ladungen von bestimmter Stärke den abgefeuerten Körpern mittheilen. Einige zur parabolischen Theorie gehörige Sätze s. bey den Worten: Wurf, Weite des Wurfs.

Vor Galilei hatte man von der Bahn der horizontal oder schief geworfenen Körper sehr unrichtige Begriffe. Man glaubte, der erste Theil des Weges einer Canonenkugel sey geradlinigt, und der ganze Weg werde mit dreyerley Bewegungen, der gewaltsamen, vermischten und natürlichen, zurückgelegt. Solche Begriffe kommen noch beym Schwenter (Mathematische Erquickstunden, Nürnberg 1651. 4. Th. I. S. 427. u. f.) vor, der sie doch schon besser hätte haben können. Tartalea hatte bereits 1537 entdeckt, daß der schiefe Schuß unter einem Winkel von 45° der weitste, und kein Theil der Bahn geradlinigt sey. Den ersten Umstand führt auch Schwenter, aber mit einer ganz unverständlichen Erklärung, an. Nach Galilei Entdeckungen (Discorsi e dimostrazione matematiche. Leid. 1638. Giornata 4.) ward die parabolische Theorie durch den P. Mersenne und Torricelli bald entwickelt; man verfiel aber in den Fehler, sich zu überreden, daß der Widerstand der Luft unbeträchtlich, und also diese Theorie allein hinreichend sey. Sie ist von Blondel (l'Art de jetter les bombes. Paris 1683. 4. Blondels Kunst, Bomben zu werfen, Sulzbach 1686.), dem Grafen v. Herberstein (Amari a Lapide artis technicae via plana. Stettin 1736.) und Belidor (Le bombardier françois. Paris 1740. 4.) vorgetragen, und von Maupertuis (Balistique arithmetique, in Mém. de l'acad. des sc. 1732.) in kurze Formeln zusammengefasset worden. Belidor hat sie mit Erfahrungen verglichen, und will die Abweichungen unbeträchtlich gefunden haben. Robins (New principles of gunnery. London 1742. Neue Grundsätze der Artillerie, aus dem Engl. von Leonh. Euler, mit

Erläut. Berlin 1745. 8.) zeigte zuerst, wie wichtig für die Praxis die Betrachtung des Widerstandes der Luft sey. Newton hatte schon (Princ. L. II. Prop. 40.) Versuche über den Widerstand der Luft bey langsamen Bewegungen bekannt gemacht, und eine Theorie darauf gebaut, nach welcher sich derselbe, wie das Quadrat der Geschwindigkeit, verhält, und die Bahn der Geschützkugeln mehr der Hyperbel ähnlich wird; Robins aber glaubte durch Versuche mit Geschützkugeln den Widerstand bey schnellen Bewegungen fast dreymal so groß, als nach Newtons Theorie, gefunden zu haben, worinn ihm auch Euler beystimmt. Beyde haben in der angeführten vortreflichen Schrift andere Theorien zu geben versucht. Allgemeine Auflösungen des ballistischen Problems, die sich auf mehrere Gesetze des Widerstands anwenden lassen, haben schon seit 1718 Joh. Bernoulli, Hermann und Taylor gegeben. Eine Abhandlung Eulers (Recherches sur la veritable courbe, que décrivent les corps jettés dans l'air, in Mém. de Berlin. To. IX.) bestimmt die Bahn für ein besonderes angenommenes Gesetz, und der Graf v. Grävenitz (Abhdl. von der Bahn der Geschützkugeln, Bützow 1764. 4.) hat daraus Tafeln berechnet, und Anweisungen für die Praxis hergeleitet. Des Ritter d'Arcy Versuche (Versuch einer Theorie der Artillerie, übers. von Lambert, 1766. 8.) scheinen mit denen von Robins übereinzustimmen; Lambert aber hat in seinen Anmerkungen zu denselben mit großem Scharfsinne gezeigt, daß beyde der Newtonischen Theorie nicht so sehr entgegen sind, als man geglaubt hatte. Lambert hat ebenfalls (Mém. de Berlin. To. XXI.) eine Auflösung des ballistischen Problems gegeben. Bisher aber hat die Praxis aus den Bemühungen dieser Gelehrten noch nicht den gehörigen Nutzen ziehen können.

Ueber die Gewalt des Pulvers findet man Untersuchungen im Robins. Man nimmt an, daß sich unter übrigens gleichen Umständen die anfängliche Geschwindigkeit des abgeschossenen Körpers, wie die Quadratwurzel aus der Menge des Pulvers, verhalte, womit Huttons Versuche (Phil. Trans. Vol. LXVIII. P. I. n. 3.) übereinstimmen.

Kästner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Erst. Abschn. Cap. 6. §. 186. Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathem. 4. Theil. Mechanik. XX. Abschn. §. 27. u. f.

**Barometer**, Barometrum, Baroscopium, tubus Torricellianus, *Barometre*. Das Werkzeug zu Abmessung des Drucks der Luft und seiner Veränderungen. Man bedient sich dazu gemeiniglich einer mit Quecksilber gefüllten, oben luftleeren u. verschlossenen Glasröhre, in welcher das Quecksilber, bey stärkerm Drucke im Luftkreise, höher steigt, bey vermindertem Drucke herabsinkt.

Da die Erfindung des Barometers durch Torricelli im Jahre 1643 so viel zum Umsturz der alten scholastischen Physik beygetragen hat, so verdient ihre Geschichte hier umständlicher erzählt zu werden.

Die Wirkungen der Saugpumpen, einsaugenden Spritzen und Heber, der Gießkannen, welche gießen oder still stehen, je nachdem man die obere Oefnung frey läßt oder mit dem Finger zuhält (clepsydrae, Aristot. Physic. L. IV. c. 6.) u. dgl. wurden vom Aristoteles und nach ihm von den scholastischen Physikern bis ins siebzehnte Jahrhundert durch einen der Natur angedichteten Abscheu vor dem leeren Raume (horror s. fuga vacui) erklärt. Galilei entdeckte zwar, daß das Wasser in den Saugpumpen nie höher als 32 Schuh gehoben werde; allein diese Entdeckung führte ihn nur so weit, daß er dem eingebildeten Abscheu vor der Leere gewisse Grenzen setzte. Er sieht zwar (Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze, Leid. 1638 Giornata 1.) einen luftleeren Raum als möglich an, und lehrt ihn durch einen oben verschlossenen Cylinder, in welchem ein genau anschließender Kolben durch Gewichte von oben herabgezogen wird, hervorbringen. Aber er giebt dies für eine Methode aus, die Kraft der Leere, d. i. die Größe oder Grenze des Abscheus vor der Leere, zu messen, und erklärt daraus die Cohäsion der Körper. Da dieser große Mann auch die Schwere der Luft kannte, und a. a. O. zwo Arten, sie zu beweisen, lehrt, so ist es kaum begreiflich, wie er den letzten Schritt verfehlen konnte, der ihm noch zur

wahren Erklärung der Phänomene des Saugens übrig blieb. So viel Gewalt hatte das verjährte Vorurtheil über einen der scharfsinnigsten Köpfe.

Evangelista Torricelli, des Galilei Schüler und Nachfolger im Lehramte zu Florenz, betrieb die Sache mit besserm Erfolg. Er kam auf den glücklichen Gedanken, daß eben die Ursache, welche das Wasser nur 32 Schuh hoch treibe und halte, das 14mal schwerere Quecksilber nur $\frac{32}{14}$ Schuh, d. i. $27\frac{1}{2}$ Zoll hoch treiben und halten werde. Diese geringere Höhe verschafte den Versuchen mehr Bequemlichkeit. Torricelli schmolz nun eine Glasröhre von einigen Schuhen Länge an einem Ende zu, füllte sie durch das andere mit Quecksilber, verschloß die Oefnung mit dem Finger, und brachte sie in umgekehrter Stellung mit der zugehaltenen Oefnung in ein mit Quecksilber angefülltes Gefäß. Wenn er dann den Finger wegnahm, und das Quecksilber auslaufen ließ, so fand er seine Erwartung bestätigt. Nur der obere Theil der Röhre ward leer, und es blieb eine $27\frac{1}{2}$ Zoll hohe Quecksilbersäule in der Röhre stehen. Taf. III. Fig. 38. giebt hievon eine Abbildung. AB ist die Glasröhre, A ihr zugeschmolzenes, B ihr ofnes Ende. Sie steht im Gefäße CDEF, das bis GH mit Quecksilber gefüllt ist. Sobald der bey B vorgehaltene Finger weggenommen ward, leerte sich die vorher ganz angefüllte Röhre nur von A bis I aus. Die senkrechte Höhe von I über der Fläche des Quecksilbers im Gefäße GH betrug 27 — 28 Zoll.

Torricelli meldete den Erfolg dieses Versuchs im Jahre 1644 an den P. Mersenne in Nevers, durch dessen ausgebreiteten Briefwechsel damals fast alle Naturforscher und Mathematiker der europäischen Länder in Verbindung standen. Durch diesen erfuhr ihn der berühmte Pascal, und schrieb darüber im 23sten Jahre seines Alters eine Abhandlung (Experiences nouvelles touchans le vuide, Paris 1645.), durch die er zuerst von dieser Seite berühmt ward. Doch nimmt auch er hier noch den Abscheu vor der Leere an.

Torricelli hingegen kam nach einigem Nachdenken auf die Vermuthung, daß die Erhaltung der Quecksilbersäule von GH bis I wohl von dem Drucke der auf der Fläche GH ruhenden und bis an die Grenzen des Luftkreises sich erstreckenden Luftsäule herrühren möge. Dieser Gedanke ist den bekannten hydrostatischen Gesetzen so gemäß, daß man ihn nur hören darf, um darinn sogleich die wahre Erklärung des Phänomens zu erkennen. Der Urheber desselben war im Begriff, ihn weiter zu verfolgen, als ihn schon 1647 ein frühzeitiger Tod dahinriß. Von ihm heißt noch die eben beschriebene Vorrichtung, die nichts anders als das Barometer selbst ist, die torricellische Röhre, und der leere Raum A I, die torricellische Leere.

Pascal machte sich nun die Vermuthung des Torricelli ganz eigen, und bestätigte sie durch verschiedene neue Versuche. Er ließ durch Perrier, einen seiner Schwäger zu Clermont in Auvergne, schon 1648 Versuche auf dem Berge Puy-de-Dome anstellen (s. Höhenmessungen, barometrische), woben sich fand, daß das Quecksilber in der torricellischen Röhre auf dem Gipfel des 500 Toisen hohen Berges über 3 pariser Zoll niedriger stand, als es am Fuße des Berges gestanden hatte, so daß die Quecksilbersäule auf dem Gipfel nur bis K reichte, da sie, wenn der Versuch am Fuße des Berges angestellt ward, bis I gieng. Hierdurch ward unwidersprechlich erwiesen, daß die Aufrechterhaltung des Quecksilbers bis I keinen Abscheu vor der Leere, sondern den Druck der über GH ruhenden Luftsäule zum Grunde habe: denn so wie man sich durch Besteigung des Berges den Grenzen des Luftkreises näherte, und also diese Luftsäule verkürzte, so ward auch die Höhe der aufrechterhaltnen Quecksilbersäule verkürzt — ein Zeichen, daß zwischen beyden Säulen ein Gleichgewicht statt finde. Auch fand Pascal, daß, bey weggenommener Luft über G H, das Quecksilber von I bis ins Gefäß C D E F herabsank. Durch so überwiegende Gründe schlug er in einer vortreflichen Schrift (Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air, Par. 1663. 12.) die ungegründete u. nichts sagende

Erklärung der Peripatetiker gänzlich zu Boden, und beförderte dadurch den Sieg über die scholastisch- aristotelische Philosophie und Naturlehre. Man darf also sagen, daß die Erfindung des Barometers mit dem Ursprunge der richtigern Philosophie sehr genau verbunden gewesen sey.

Descartes, der so eifrige Gegner der aristotelischen Weltweisheit, scheint doch schon vor Torricelli und Pascal richtige Begriffe von der Ursache der Phänomene des Saugens gehabt zu haben. In seinen Briefen (Ren. Descartes Epistolae, Amst. 1682. III, Vol. 4.) finden sich verschiedene (P. II. 91. 94. 96. P. III. 102.), worinn er die Cohäsion, das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen, die Erhaltung des Wassers in ofnen Gefäßen bey verstopfter oberer Oefnung, das Anhängen glatter Flächen an einander, ja sogar die Erhaltung des Quecksilbers in einer ofnen Glasröhre bey verschloßnem obern Ende, dem Drucke der Luft zuschreibt, und Galilei's Meinung von den Grenzen des Abscheus vor der Leere bestreitet. Es sind aber die Data dieser Briefe ungewiß, und andere Beyspiele lehren, daß Descartes nicht der gewissenhafteste war, wenn es darauf ankam, sich fremde Erfindungen zuzueignen, s. Brechung der Lichtstralen.

Torricelli und Pascal hatten schon bemerken müssen, daß die Höhe der Quecksilbersäule in der torricellischen Röhre täglichen Veränderungen unterworfen sey; sie schlossen daraus, daß auch der Druck der Atmosphäre von Tag zu Tag veränderlich sey, und daß man diese Röhre zur Wahrnehmung und Abmessung dieser Veränderungen gebrauchen könnte. Otto von Guericke war hierauf besonders aufmerksam. Man fieng daher an, dieses Instrument als etwas sehr nützliches zu betrachten, und jedermann versahe sich mit demselben. Man gab ihm den Namen Barometer, der so viel als Maaß der Schwere bedeutet; behutsamere Naturforscher wählten den Namen Baroskop, oder Werkzeug zu Beobachtung der Schwere, weil sie glaubten, zum Maaße werde mehr erfordert, als das Instrument leiste. Dennoch verdient dieses Werkzeug den Namen eines Maaßes mehr, als andere ähnliche; es

zeigt nicht blos Vergrößerungen und Verminderungen des Drucks der Atmosphäre an, sondern giebt in der That die absolute Größe dieses Drucks durch das Gewicht einer mit ihm gleichwiegenden Quecksilbersäule. Der große Hause, der aus Barometerveränderungen auf Wetterveränderungen schließt, hat ihm endlich den gemeinen Namen des Wetterglases beygelegt.

## Verschiedene Einrichtungen des Barometers.

Da das Barometer in der Taf. III. Fig. 38. abgebildeten Gestalt unbequem war, und viel Quecksilber erforderte, so verfiel man bald auf andere Einrichtungen, unter welchen auch die Taf. III. Fig. 39. vorgestellte war, die man neuerlich für die beste mögliche befunden hat. Hier drückt die äußere Luft durch die Oefnung B auf die Fläche GH, und die Höhe der Quecksilbersäule, welche durch diesen Druck erhalten wird, ist von der Horizontalfläche LGH bis an I zu rechnen. Vermindert sich diese Höhe um einen Zoll, so wird I um ½ Zoll bis K sinken, H aber um ½ Zoll bis M steigen, so daß die ganze nun von MN bis K zu rechnende Höhe um 1 Zoll kleiner ist. Das Sinken von I bis K beträgt also nur die Helfte der ganzen Veränderung. Diese scheinbare Verminderung war Grund genug, diese Einrichtung zu verwerfen, für ein Zeitalter, in welchem man glaubte, es komme alles darauf an, die Veränderungen des Barometers recht groß und merklich zu machen.

Man änderte also die erste Einrichtung nur so ab, daß man das Behältniß mit dem Quecksilber GH, wie Taf. III. Fig 40., an die Röhre AB anküttete, oder, wie Taf. III. Fig. 41, die Röhre unten umbog, und ein etwas weiteres bey B ofnes Behältniß für das Quecksilber GH daran bließ. So konnte man das ganze Werkzeug an ein Bret befestigen, und auf diesem einen Maaßstab, eine Scale verzeichnen, an welcher sich zeigt, um wie viel Zoll oder Linien der Punkt I von Zeit zu Zeit über der Fläche GH stehe. Der Maaßstab darf nur in der Gegend von I in seine Zolle und Linien getheilt seyn, weil das

Erklärung der Peripatetiker gänzlich zu Boden, und beförderte dadurch den Sieg über die scholastisch-aristotelische Philosophie und Naturlehre. Man darf also sagen, daß die Erfindung des Barometers mit dem Ursprunge der richtigern Philosophie sehr genau verbunden gewesen sey.

Descartes, der so eifrige Gegner der aristotelischen Weltweisheit, scheint doch schon vor Torricelli und Pascal richtige Begriffe von der Ursache der Phänomene des Saugens gehabt zu haben. In seinen Briefen (Ren. Descartes Epistolae, Amst. 1682. III, Vol. 4.) finden sich verschiedene (P. II. 91. 94. 96. P. III. 102.), worinn er die Cohäsion, das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen, die Erhaltung des Wassers in ofnen Gefäßen bey verstopfter oberer Oefnung, das Anhängen glatter Flächen an einander, ja sogar die Erhaltung des Quecksilbers in einer ofnen Glasröhre bey verschloßnem obern Ende, dem Drucke der Luft zuschreibt, und Galilei's Meinung von den Grenzen des Abscheus vor der Leere bestreitet. Es sind aber die Data dieser Briefe ungewiß, und andere Beyspiele lehren, daß Descartes nicht der gewissenhafteste war, wenn es darauf ankam, sich fremde Erfindungen zuzueignen, s. Brechung der Lichtstralen.

Torricelli und Pascal hatten schon bemerken müssen, daß die Höhe der Quecksilbersäule in der torricellischen Röhre täglichen Veränderungen unterworfen sey; sie schlossen daraus, daß auch der Druck der Atmosphäre von Tag zu Tag veränderlich sey, und daß man diese Röhre zur Wahrnehmung und Abmessung dieser Veränderungen gebrauchen könnte. Otto von Guericke war hierauf besonders aufmerksam. Man fieng daher an, dieses Instrument als etwas sehr nützliches zu betrachten, und jedermann versahe sich mit demselben. Man gab ihm den Namen Barometer, der so viel als Maaß der Schwere bedeutet; behutsamere Naturforscher wählten den Namen Baroskop, oder Werkzeug zu Beobachtung der Schwere, weil sie glaubten, zum Maaße werde mehr erfordert, als das Instrument leiste. Dennoch verdient dieses Werkzeug den Namen eines Maaßes mehr, als andere ähnliche; es

zeigt nicht blos Vergrößerungen und Verminderungen des Drucks der Atmosphäre an, sondern giebt in der That die absolute Größe dieses Drucks durch das Gewicht einer mit ihm gleichwiegenden Quecksilbersäule. Der große Hause, der aus Barometerveränderungen auf Wetterveränderungen schließt, hat ihm endlich den gemeinen Namen des Wetterglases beygelegt.

## Verschiedene Einrichtungen des Barometers.

Da das Barometer in der Taf. III. Fig. 38. abgebildeten Gestalt unbequem war, und viel Quecksilber erforderte, so verfiel man bald auf andere Einrichtungen, unter welchen auch die Taf. III. Fig. 39. vorgestellte war, die man neuerlich für die beste mögliche befunden hat. Hier drückt die äußere Luft durch die Oefnung B auf die Fläche GH, und die Höhe der Quecksilbersäule, welche durch diesen Druck erhalten wird, ist von der Horizontalfläche LGH bis an I zu rechnen. Vermindert sich diese Höhe um einen Zoll, so wird I um ½ Zoll bis K sinken, H aber um ½ Zoll bis M steigen, so daß die ganze nun von MN bis K zu rechnende Höhe um 1 Zoll kleiner ist. Das Sinken von I bis K beträgt also nur die Helfte der ganzen Veränderung. Diese scheinbare Verminderung war Grund genug, diese Einrichtung zu verwerfen, für ein Zeitalter, in welchem man glaubte, es komme alles darauf an, die Veränderungen des Barometers recht groß und merklich zu machen.

Man änderte also die erste Einrichtung nur so ab, daß man das Behältniß mit dem Quecksilber GH, wie Taf. III. Fig 40., an die Röhre AB anküttete, oder, wie Taf. III. Fig. 41, die Röhre unten umbog, und ein etwas weiteres bey B ofnes Behältniß für das Quecksilber GH daran bließ. So konnte man das ganze Werkzeug an ein Bret befestigen, und auf diesem einen Maaßstab, eine Scale verzeichnen, an welcher sich zeigt, um wie viel Zoll oder Linien der Punkt I von Zeit zu Zeit über der Fläche GH stehe. Der Maaßstab darf nur in der Gegend von I in seine Zolle und Linien getheilt seyn, weil das

Barometer gewöhnlich nie sehr tief fällt. Diese noch heut zu Tage sehr gewöhnlichen Barometer werden Barometer mit Behältnissen, Gefäßbarometer, Kapselbarometer (*barometres à reservoir*) genannt. Sie sind zu Beobachtungen der täglichen Veränderungen des Drucks der Luft, deren Raum sich bey uns nie viel über 2 Zolle erstreckt, ziemlich hinreichend. Aber es ist leicht zu übersehen, daß eigentlich gar kein fester Maaßstab an solche Barometer angebracht werden darf, weil die Fläche GH, von welcher man zu messen anfängt, veränderlich ist. Denn fällt das Quecksilber bey I herab, so steigt es dafür bey GH höher, und der Anfangspunkt des Maaßstabes rückt höher, als man ihn bey Befestigung der Scale angenommen hat. Man kan diesen Fehler dadurch vermindern, daß man das Behältniß weit genug macht. Ist z. B. des Behältnisses Durchmesser bey GH zehnmal größer, als der Röhre Durchmesser bey I, also des Behältnisses kreisrunder Durchschnitt hundertmal größer, als der Durchschnitt der Röhre, so wird, wenn I um 2 Zoll fällt, GH nur um $\frac{2}{100}$ Zoll oder $\frac{2}{10}$ Lin. steigen, welches bey gemeinen Beobachtungen allenfalls als eine Kleinigkeit vernachläßiget werden kan. Die Vorschriften zu Verfertigung solcher Barometer findet man in der Folge dieses Artikels.

Man verfiel bald nach der Erfindung des Barometers auf den Gedanken, die Veränderungen in der Höhe der Quecksilbersäule, oder das Steigen und Fallen so merklich als möglich zu machen. Auf den ersten Blick scheint dieses die Genauigkeit der Beobachtungen zu erleichtern, und sie bis auf die kleinsten Veränderungen auszudehnen; allein die Gestalt, welche die Oberfläche des Quecksilbers in gläsernen Gefäßen annimmt (s. Adhäsion), das Reiben des Quecksilbers am Glase, der Einfluß der Wärme und andere Umstände bringen in die Barometerbeobachtungen unvermeidliche Unvollkommenheiten, welche durch diese Vergrößerungen des Steigens und Fallens in eben so starkem und oft in noch stärkerm Verhältnisse mit vergrößert werden, und die gehoften Vortheile ganz ver-

nichten; wozu noch dies kömmt, daß alle zu dergleichen Vergrößerungen gebrauchte Mittel über die vorigen noch neue Fehler veranlassen. Es wird also auf diesem Wege weit mehr verlohren, als gewonnen.

Descartes scheint ihn zuerst betreten zu haben. Pascal (Traité de l'equilibre etc. S. 207.) führt schon seinen Vorschlag an, die Barometerröhre, wie Taf. III. Fig. 42., bey e, wo sich die obere Quecksilberfläche befindet, mit einem weiten Behältnisse zu versehen, über dasselbe noch eine lange dünne oben verschloßne Glasröhre zu setzen, und den Raum von e bis I mit Wasser zu füllen. Wenn nun hiebey e in dem weiten Behältnisse fällt, so muß eben so viel Wasser von c aus nachgehen, als Quecksilber herabgefallen ist, daher die Wasserfläche I in der dünnen Röhre sehr weit herabfallen muß. Die Rechnnng lehrt, daß der Raum der Barometerveränderungen hiedurch $\frac{14\,D^2}{D^2 + 13\,d^2}$ mal vergrößert wird, wenn D den Durchmesser bey e, d den bey I bedeutet, und das Quecksilber 14mal schwerer, als Wasser, angenommen wird. Dies kan, wenn d gegen D unbeträchtlich ist, höchstens eine 14fache Vergrößerung bewirken. Huygens fand schon die Ausführung dieses Barometers unmöglich, weil die aus dem Wasser aufsteigende Luft den Raum A I nie luftleer bleiben ließ.

Huygens gab daher (Mém. anciens de l'acad. roy. des Sc. To. X. p. 542. ingl. Journal des Sav. 1672. p. 159.) sein Taf. III. Fig. 43. vorgestelltes noch jetzt bekanntes Doppelbarometer an. In diesem steigt und fällt das Quecksilber bey I in einem weiten Behältnisse. Anstatt aber Wasser über I zu stellen, läßt Huygens vielmehr die untere Quecksilberfläche in einem eben so weiten Behältnisse bey H ab- und aufsteigen, und gießt darüber in den Raum c, und die darüber stehende enge Glasröhre bis i gefärbten Weingeist oder Weinsteinöl. H steigt so weit, als I fällt, und treibt den Liquor c i durch ein geringes Steigen sehr weit in die Höhe. Man findet die Ver-

größerung des Steigens und Fallens hiebey (wenn D und d die vorigen Bedeutungen behalten, und das Quecksilber m mal schwerer ist, als der Liquor in c i) $\frac{m D^2}{D^2 + (2m-1) d^2}$ fach. Also, wenn das Quecksilber 14mal schwerer ist, $\frac{14 D^2}{D^2 + 27 d^2}$ fach, und, wenn d gegen D unbeträchtlich ist, wie vorhin, 14fach. Hiebey kan nun freylich die aus dem Liquor aufsteigende Luft nicht in den leeren Raum A I kommen; allein außer den ebenfalls 14fach vergrößerten gewöhnlichen Fehlern kommen noch die neuen hinzu, daß die durch B einwirkende äußere Luft nicht unmittelbar, sondern erst durch den Liquor i c auf die Quecksilberfläche H wirkt, daß der Liquor die Röhre feucht macht, daran eintrocknet, auch verdünstet, und am Volumen abnimmt, folglich mit der Zeit nicht mehr die vorigen Grade zeigt, daß sein Eintrocknen die Röhre verunreiniget und das Reiben verstärkt, und daß die Wärme seine specifische Schwere oder das in der Formel gebrauchte m ändert, also die Vergrößerungen nicht immer ebendieselben sind. Zu Verbesserung des letzten Fehlers hat man vorgeschlagen, das Doppelbarometer mit einem Thermometer zu combiniren; aber die angegebnen Methoden sind ganz unzureichend.

D. Hook (Philos. Trans. no. 185.) glaubte im Jahre 1686 dieses Doppelbarometer dadurch zu verbessern, daß er über den Liquor c i noch einen zweyten leichtern Liquor von einer andern Farbe zu gießen vorschlug, und auf B noch ein Behältniß, wie A und H, von eben demselben Durchmesser aufsetzte, in welchem des zweyten Liquors Oberfläche auf- und abstieg. Die Barometerveränderungen sollten durch das Auf- und Absteigen des Punkts i, wo sich beyde Liquoren schieden, bemerkt werden. De la Hire und Amontons machen auf diese Erfindung auch Ansprüche. Hiedurch sollte nun das Reiben der Liquoren am Glase immer gleich stark erhalten werden, weil beyde Liquoren zusammen immer einerley Höhe über H behalten; auch glaubten die Erfinder, die Veränderungen hiedurch

ohne alle Grenze vergrößern zu können. Was aber das erste betrift, so bleibt doch das Reiben immer da, und das leztere ist ein Irrthum. Herr de Lüc hat sich zwar verleiten lassen, die vorgegebne unendliche Vergrößerung als möglich einzuräumen: aber die Rechnung zeigt bald, daß man sie nie über das $\frac{m}{n-\nu}$ fache treiben könne (wenn m, n, $\nu$ specifische Schweren des Quecksilbers, untern oder obern Liquors bedeuten). Sind die Liquoren nach de la Hire's Vorschlage Weinsteinöl und Weingeist, also m, n, $\nu$; 14; 1,073; 0,866, so kan man das Steigen und Fallen des simpeln Barometers selbst bey unendlicher Verengerung der Röhre ci doch nicht über $\frac{14}{1,073-0,866}$, d. i. nicht ganz 70mal vergrößern. Ueberdies ist der Druck der Liquoren auf H ungleich, je nachdem der leichtere oder der schwerere den größern Theil der Höhe ausfüllt, daher zeigen gleiche Veränderungen dieses Instruments nicht gleiche Aenderungen des Drucks der Luft an. Durch den Uebergang der färbenden Theilchen verdunkelt sich die Grenze beyder Liquoren; die Wärme hat einen höchst verwickelten Einfluß, und es gilt auch hier der allgemeine Satz, daß die complicirtesten Werkzeuge die schlechtesten sind.

Schon 1665 hatte D. Hook (Micrographia, Tab. XXXVII. Fig. 4.) sein so genanntes Radbarometer (*Wheel-Barometer*, Barometrum cyclicum) beschrieben, Taf. III. Fig. 44. Es krümmt sich unten in einen 2ten Schenkel, in welchem auf der Quecksilberfläche G ein eisernes Gewichtchen schwimmt, das an einem über die Rolle S geführten Faden durch das am andern Ende hängende Gegengewicht H fast, jedoch nicht völlig, getragen wird. Beym Auf- und Absteigen der Fläche G steigt und sinkt das erste Gewicht, dreht die Rolle S und den an ihrer Axe steckenden Zeiger, der auf einem getheilten Cirkel Grade des Steigens und Fallens angiebt. Hook hatte dadurch, daß er die obere Quecksilberfläche I in einer weiten Kugel steigen und fallen ließ, die Veränderungen noch merklicher

zu machen gesucht; wodurch aber eine unerträgliche Unrichtigkeit entsteht. Die Einrichtung ist so, wie sie die Figur vorstellt, angenehm und vieler Verzierungen fähig, aber wegen des hinzukommenden Reibens an der Axe der Rolle zu genauen Beobachtungen schlechterdings untauglich; Hook selbst verwirft sie wieder (Phil. Trans. no. 185.).

Das Barometer mit der schiefgebognen Röhre, Taf. III. Fig. 45. fällt, weil sich der Druck flüßiger Materien nach ihrer senkrechten Höhe richtet, von i bis k, wenn das gewöhnliche nur von I bis K fällt. Der Einfall ist sinnreich; aber das Reiben wird durch den Druck des Quecksilbers auf die untere Seite der Röhre AC sehr verstärkt, und die Quecksilberflächen bey i oder k stehen nie wagrecht, daher es fast unmöglich ist, ihre senkrechten Höhen über G genau zu bestimmen. Musschenbroek (Introd. ad Phil. nat. To. II. §. 2078.) schreibt die Erfindung dem Ritter Morland zu; Leupold (Theatr. aerostat. Cap. III.) sagt, Ramazzini (Ephemerides barometricae, Mutini pag. 4.) beschreibe sie als seine eigne.

Das rechtwinklichte Barometer (*barometre à l'équerre*) des Johann Bernoulli ward von seinem Erfinder gegen das Jahr 1710 der pariser Akademie vorgelegt. Es ist in Hermanns Phoronomie (Amst. 1716. 4.) beschrieben. Der ältere Cassini hatte den Gedanken eher gehabt, aber nicht ausgeführt. Es ist unten rechtwinklicht umgebogen, Taf. III. Fig. 46. und mit einer engern horizontalen Röhre b c verbunden, die bey B offen bleibt. Das Quecksilber steigt und fällt bey a, und reicht bis i, daß also die Fläche i im wagrechten engen Schenkel weit fortgetrieben wird, wenn es im weiten Gefäße bey a nur wenig fällt. Hier bleibt der Anfang der Scale bey d immer derselbe. Aber das Reiben ist wegen des Drucks auf die untere Seite von b c sehr stark, und die Luft muß bey i auf die Säule a d erst mittelbar durch i b wirken, so, daß das Quecksilber bey einem niedrigen Stande im gewöhnlichen Barometer 2 Lin. steigen kan, ohne daß es sich in diesem im geringsten bewegt. Auch wirkt die Wärme in

beyde Quecksilbersäulen a d und d i auf eine ziemlich verwickelte Art.

Amontons (Remarques et experiences physiques sur les barom. etc. Paris 1695. 12.) hat das Taf. III. Fig. 47. vorgestellte kegelförmige oder conische Barometer angegeben und zum Gebrauch auf der See vorgeschlagen. Es besteht aus einer 3—4 Schuh langen bey a verschloßnen, bey b ofnen conischen Glasröhre a b. Man füllt in dieselbe etwa 29 Zoll hoch Quecksilber, und kehrt die Röhre um. Das Quecksilber, welches bey einer Höhe von 29 Zollen schwerer als die Luft ist, fällt, kömmt aber dabey in Theile, wo die Röhre weiter ist. Dadurch verkürzt sich seine Säule, wird z. B. 28 Zoll ꝛc. bis sie die Länge erreicht, die mit dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält. Dann bleibt sie z. B. in c d stehen. Wird die Luft leichter, so fällt das Quecksilber weiter herab, und verkürzt sich dadurch wieder bis zum Gleichgewicht; wird sie schwerer, so treibt sie das Quecksilber so weit herauf in die engern Theile, bis es sich wieder bis zum Gleichgewicht verlängert hat. Der Raum a c ist luftleer. In der Theorie läßt sich nicht leicht etwas sinnreicheres gedenken; allein die Schwierigkeit, eine genau conische Röhre zu erhalten, macht es immer nöthig, die ganze Länge der Säule c d zu messen, wodurch das Werkzeug wieder zu einem gewöhnlichen Barometer wird, bey dem noch überdies das Reiben wegen der Bewegung der ganzen Säule sehr stark ist, und wegen einer bald anzuführenden Eigenschaft der Röhren von verschiednen Durchmessern noch eine neue Ungewißheit entsteht.

Alle diese Vorschläge, die Barometerveränderungen durch größere Räume auszudehnen, sind zweckwidrig. Das einfache Barometer selbst bleibt allezeit bis auf $\frac{1}{12}$ Lin. unzuverläßig, und da sich diese Größe noch mit bloßen Augen oder doch durch Hülfe eines Vergrößerungsglases unterscheiden läßt, so ist es höchst nachtheilig, durch eine unnöthige Vergrößerung derselben das Instrument noch fehlerhafter zu machen.

Da die Höhe der gewöhnlichen Barometer unbequem fallen könnte, so hat Amontons (Acienne hist. de l' acad. des sc. To. II. p 39.) im Jahre 1688 ein verkürztes Barometer angegeben. Taf. III. Fig. 48. ist die erste Röhre a b mit Quecksilber gefüllt, und mit einer zweyten b c verbunden, in der sich Luft befindet. Diese hängt mit der dritten c d zusammen, die wieder Quecksilber enthält u. s. f. So wird durch zwo Quecksilbersäulen und eine Luftsäule die Höhe auf die Helfte herabgesetzt. Vier Quecksilbersäulen und drey Luftsäulen würden sie auf den vierten Theil herabbringen u. s. f. Die Luftsäulen dienen nur, den von der ersten Quecksilbersäule entstandenen Druck auf die zweyte und die folgenden fortzupflanzen, daher auf d die Summe aller Quecksilbersäulen von unten her drückt. An jeder obern Krümmung ist eine kleine Röhre g zum Einfüllen des Quecksilbers, welche nachher wieder verschlossen wird. Die Veränderungen vertheilen sich aber hier unter die Quecksilberflächen a, b, c, d, daß also das Barometer der Figur bey a nur ¼ Zoll steigt, wenn das gewöhnliche 1 Zoll steigt. Daher füllte Amontons über d noch einen Liquor, den er in der engen Röhre f e aufsteigen ließ, wie im Doppelbarometer, setzte auch in b c statt der Luft einen Liquor. Neuerlich hat Passement, zu mehrerer Vergrößerung der Veränderungen, der Röhre b c mehr Länge zu geben, und sie deswegen entweder im Zikzak hin und her zu biegen, oder weit hinauf zu führen, und wieder bis c herunter gehen zu lassen, vorgeschlagen. Er füllt sie dann mit zween Liquoren von verschiednen Farben, deren Grenzpunkt bey den geringsten Veränderungen der Quecksilberhöhe desto stärker hin und her geht, je länger und enger die Röhre ist. Es ist aber wegen des starken Reibens und der verwickelten Einwirkung der Wärme unmöglich, diesem Instrumente die gehörige Regelmäßigkeit zu geben.

Auch gab Amontons (Mém. de l' acad. des scienc. 1705.) noch ein Meerbarometer an, welches schon im Jahre 1700 von Halley (Phil. Trans. no. 269.) als eine Erfindung des D. Hook beschrieben ist. Es ist dieses

nichts anders, als das unter dem Worte Thermometer zu beschreibende Luftthermometer, welches zugleich als Barometer wirkt. Die Erfinder schlugen vor, ein gewöhnliches Thermometer daneben zu beobachten, und so zu sehen, welcher Theil seiner Veränderungen von der Wärme herrühre. Das übrige müßte dann dem Drucke der Luft zugeschrieben werden. Da der Liquor in diesem Instrumente nicht schwankt, wenn es bewegt wird, so glaubten sie, es werde auf der See nützlich seyn. Man kan sich aber von diesem Verfahren wenig Genauigkeit versprechen. Neuerer Verbesserungen desselben von den Herren Magellan und Luz werde ich unten gedenken.

Weit besser ist Passements neuerer Vorschlag, das gewöhnliche einfache Barometer zum Gebrauch auf der See so einzurichten, daß der mittlere Theil seiner Röhre etwa zweymal in Gestalt einer Spirallinie umgewunden werde. Die äußere Windung kan 2 Zoll im Durchmesser halten. Durch diese Windungen wird die Wirkung des Schüttelns aufgehoben, weil sie in denselben viele verschiedene Richtungen nehmen muß. Da aber auch das Reiben hiedurch sehr verstärkt wird, so ist ein solches Instrument zu genauern Beobachtungen untauglich; aber die Seefahrenden haben auch einen so hohen Grad der Genauigkeit nicht nöthig.

Zu gewöhnlicher Beobachtung der täglichen Barometerveränderungen behält das einfache Barometer mit dem Behältniß (Taf. III. Fig. 40 und 41.) entschiedene Vorzüge vor allen gekünstelten Einrichtungen, zumal, wenn der Durchmesser des Behältnisses weit genug ist, um das Auf- und Absteigen der Fläche GH unmerklich zu machen. Ein in Holland lebender Künstler, Prinz, erdachte ein Mittel, die Horizontalfläche GH in der torricellischen Röhre (Taf. III. Fig. 38.) immer gleich hoch zu erhalten. Er setzte über GH einen Deckel mit einer Oefnung in der Mitte, durch welche die Röhre durchgieng, ohne ihren Rand zu berühren. Das Gefäß war mit Quecksilber gefüllt, welches selbst bey der größten Barometerhöhe noch bis über die Oefnung des Deckels hervortrat, und sich

in Gestalt eines Ringes um die Röhre legte. Fiel nun das Barometer, so stieg zwar mehr Quecksilber über die Oefnung des Deckels hervor, trat aber daselbst nicht höher, sondern machte nur, daß der um die Glasröhre gehende Quecksilberring sich ausbreitete und nach und nach den ganzen Deckel bedeckte. So sinnreich dieses Mittel ausgedacht ist, so ist es doch wegen der Schwierigkeiten der Ausführung lange Zeit nicht in Gebrauch gekommen, bis de Lüc es wieder in Erinnerung gebracht, und dadurch einige Neuere veranlaßt hat, es bey ihren Erfindungen zu nützen. Herr Luz (Beschreibung von Barometern, §. 131—134.) hat eine Verbesserung desselben vorgeschlagen, die er auch zum Reisebarometer einzurichten lehret.

Zu genauern Beobachtungen aber, besonders zum Gebrauch bey Höhenmessungen, wobey das Quecksilber oft sehr tief fällt, und also GH sehr hoch steigen würde, wo auch die Verschiedenheit der Durchmesser der Röhre und des Behältnisses aus andern Ursachen die Richtigkeit des Quecksilberstandes stören kan, sind die Barometer mit Behältnissen nicht mehr sicher zu gebrauchen. Herr de Lüc, dessen Verdienste um die Verbesserung der meteorologischen Werkzeuge so ausgezeichnet sind, ist daher (Recherches sur les modifications de l'atmosphère, Genev. 1772. To. II. 4.) wieder auf die längst bekannte Einrichtung des Barometers, Taf. III. Fig 39., zurückgegangen. Erxleben (Anfangsgr. der Naturl. §. 259.) sagt, er sey schon vor de Lüc auf diesen Gedanken gerathen; wie denn auch eine ähnliche Einrichtung schon beym Hook (Micrographia, 1665. Tab. I. Fig. 1.) und aus demselben beym Leupold (Theatr. aerostat. Tab. VII. Fig. 5.) vorkömmt, aus welcher Hook nachher das Radbarometer gemacht hat.

Von der Aehnlichkeit mit dem Heber wird dieses Barometer das heberförmige oder Heberbarometer (*barometre à siphon*) genannt. Sein größter Vorzug besteht darinn, daß beyde Quecksilberflächen in Röhren von gleichen Durchmessern steigen und fallen. De Lüc (Recherches §. 384.) fand durch viele Versuche, daß das Queck-

silber jederzeit höher stand, wenn sich die Oberfläche seiner Säule in einem weitern Theile der Röhre befand, niedriger aber, wenn sich die Säule in einem engern Theile endigte. Daher stand es in seinen Barometern mit Behältnissen allezeit niedriger, als in denen, die keine Behältnisse oder Kugeln hatten. Dieser Unterschied stieg oft auf 2 Linien, und verschwand, wenn man die untere Quecksilberfläche durch Wegnehmen oder Zugießen von Quecksilber aus dem Behältnisse heraus in Theile der Röhre brachte, die mit dem obern Schenkel einen gleichen Durchmesser hatten. Diese Verschiedenheit ist unstreitig eine Wirkung des Anhängens, und richtet sich nicht nach der Größe des Durchmessers allein, sondern auch nach der Gestalt der Behältnisse. Cassini (Mém. de l' acad. des sc. 1733.) führt schon an, daß Plantade auf den Bergen in Roussillon und Languedoc das Quecksilber in allen engen Röhren niedriger, als in weiten, gefunden habe, welches auch die eignen Beobachtungen des Cassini und le Monnier bestätigten. Sie glaubten aber diesen Unterschied nur dann zu bemerken, wenn das Quecksilber nicht in den Röhren gekocht worden war, und schrieben ihn daher ganz der aus dem Quecksilber in den obern Raum aufgestiegnen Luft zu. De Lüc, der ihn auch in gekochten Barometern fand, sieht es aus diesem Grunde für unumgänglich nothwendig an, den beyden Quecksilberflächen des Barometers gleiche Durchmesser zu geben, welches in keinem andern, als im Heberbarometer erhalten werden kan.

Es erfordern aber diese Heberbarometer an jedem Schenkel eine eigne Scale. Man kan sie, wie Taf. III. Fig. 49. einrichten, wo die ganze Röhre etwa 29 pariser Zoll lang ist, und von der an den siebenten Zoll von unten gestellten Null, 22 Zoll aufwärts am längern, und 7 Zoll niederwärts am kürzern Schenkel gezählt werden. Die Zolle müssen in Linien, und diese nach Herrn de Lüc mit rothen Strichen in Viertel getheilt seyn. Das Augenmaaß theilt leicht noch einmal in Viertel, und unterscheidet also Sechszehntheile der Pariser Linie. Die Genauigkeit weiter zu treiben, verstattet ohnehin das Reiben und An-

hängen des Quecksilbers nicht. Die Angaben beyder Scalen werden addirt. Steht z. B., wie in der Figur, auf einem Berge, I bey 18, G bey 4 Zoll, so ist die ganze Höhe von I über G, also die eigentliche Barometerhöhe, 22 Zoll.

Der Ritter Landriani setzt nach Magellan (Beschreibung neuer Barometer, nebst einer Anweisung zum Gebr. ders. Leipzig 1782. 8.) statt der Scale am kürzern Schenkel, eine Büchse mit einem elfenbeinernen Hahne an, und will, man solle bey der Beobachtung den Hahn verschließen, und das über denselben aufgestiegene Quecksilber aus der Büchse durch einen Trichter in eine enge an den Trichter geschmolzene horizontale Glasröhre gießen, so werde man durch eine an derselben angebrachte Scale die Menge des ausgelaufenen Quecksilbers sehr genau abmessen, und dadurch den Stand des Barometers bis auf $\frac{1}{50}$ Linie bestimmen können. Das ausgelaufene Quecksilber muß nachher wieder ins Barometer gegossen werden. Magellan nennt dies ein stereometrisches Barometer. Allein der Zeitverlust bey jeder Beobachtung, die Gefahr, beym Aus- und Eingießen Quecksilber zu verlieren oder mit Luft und Schmuz zu vermischen, auch durch den Hahn einmal mehr, das anderemal weniger abzuschneiden, macht diese Einrichtung unbrauchbar, und die gesuchte Genauigkeit ist ohnedem höher getrieben, als es die Natur der Barometer überhaupt verstattet.

Magellan selbst (a. a. O.) schlägt vor, das Heberbarometer um einen Punkt am längern Schenkel, wie etwa der Punkt Null in der Figur, beweglich zu machen, und bey jeder Beobachtung in eine schiefe Lage zu bringen, bis das Quecksilber im kürzern Schenkel die auf dem Bret verzeichnete Horizontalfläche o o erreiche. Der Bogen, der alsdann vom obern Ende der Röhre A, oder von irgend einem andern Punkte des längern Schenkels beschrieben worden ist, soll nun, durch eine Scale abgemessen, den Stand des Barometers angeben. Ich kan nicht absehen, was diese Künsteley helfen solle, welche offenbar nur die Fehler vermehrt, und den Einfluß der Wärme unregelmäßiger macht. Soll sie blos die Beobachtung an zwo

Scalen ersparen, so ist diese Bequemlichkeit sehr theuer erkauft.

Changeux (Description de nouveaux barometres à appendice, Journal de physique, Mai 1783.) will (Taf. III. Fig. 50.) das Barometer mit dem Behältniß noch mit einer Röhre c (appendice) versehen, welche von c gegen d etwa um eine Linie in die Höhe läuft, bey d aber aufwärts gebogen und offen ist. So, meint er, werde das Quecksilber nie über c steigen, also im Behältnisse die Horizontalebne c bey allen Veränderungen des Steigens und Fallens von I immer dieselbe bleiben. Diese Absicht aber wird nicht erreicht, weil der Anhang bey c schief stehen muß, damit das hineingetretene Quecksilber nachher wieder zurücklaufe. Wenn also der Anhang ganz voll wird, steht die Horizontalebne im Behältniß doch 1 Linie höher, als wenn er leer ist. Außerdem wird auch das Anhängen in c sehr stark.

Man sieht aus dem bisherigen, wie sehr man am Barometer gekünstelt, und wie oft man sich von derjenigen Simplicität entfernt habe, welche ohne Ausnahme das Kennzeichen guter Werkzeuge ist. Ich enthalte mich aller fernern Bemerkungen hierüber, und gehe zu den Vorschriften zu Verfertigung der Barometer fort, bey welchen ich blos auf Barometer mit Behältnissen und Heberbarometer Rücksicht nehmen werde.

## Verfertigung der Barometer.

Die Glasröhren zum Barometer werden am bequemsten von $1\frac{1}{2}$ — 2 Lin. Weite im Lichten, und $\frac{3}{4}$ Lin. Glasdicke gewählt. Sie müssen, so viel möglich, eine durchgehends gleiche Weite haben; beym Heberbarometer müssen wenigstens die Theile beyder Schenkel, in welchen die Quecksilberflächen steigen u. fallen, vollkommen u. durchgehends gleich weit seyn. Man nennt die Untersuchung der gleichen Weite der Röhren das Calibriren. Sie hat bey den weitern Barometerröhren mehr Schwierigkeit, als bey den engern zum Thermometer dienenden. De Lüc steckt in dieser Absicht einen Kork in die Röhre, gießt

Quecksilber darauf, zieht den Kork mit einem Faden immer weiter fort, und sieht, ob das nachlaufende Quecksilber überall einen gleich langen Raum einnimmt. Luz verstopft das Ende der Röhre, füllt aus einem kleinen Maaße Quecksilber darüber, und sieht, ob das zweyte, dritte ꝛc. darüber gefüllte Maaß in der Röhre einen eben so langen Raum einnimmt, als das erste.

Die Röhren werden vorher wohl getrocknet, und mit einem durchgezognen trocknen Schwamm gereiniget; dann schmelzt man das eine Ende an der Flamme so zu, daß man keine feine Spitze, sondern eine kleine und gleichförmige Wölbung erhält. Man giebt ihr zugleich die am untern Theile nöthige Krümmung; deren jedoch das Barometer Taf. III. Fig. 40. nicht bedarf. Hierauf muß sie sogleich, und zwar nothwendig über dem Feuer, oder mit Kochen des Quecksilbers, gefüllt werden.

Das Quecksilber muß vorher wohl gereiniget seyn. Luz empfiehlt hiezu Priestley's Methode, dasselbe in einer gläsernen Flasche so lange zu schütteln, bis sich keine schwarze bleyische Materie mehr davon absondert. Sobald es ganz rein ist, fängt es beym Schütteln an zu rasseln. Das gereinigte Quecksilber läßt man durch einen papiernen oder gläsernen Trichter in die Röhren laufen, bis etwa noch 3 Zoll der Röhre leer sind. In gekrümmten Röhren wird es bey flach gelegter Röhre in den kürzern Schenkel eingefüllt, bis es die Krümmung, so viel möglich, anfüllt; dann hält man die Oefnung zu, kehrt die Röhre um, und bringt das, was durch die Krümmung in den längern Schenkel gekommen ist, durch Schütteln vollends hinab bis an das zugeschmolzene Ende. Da dies mühsam ist, so krümmen manche die Röhre erst, wenn sie schon gefüllt ist, wobey aber die Röhren leicht zerspringen, sobald der eben glühende Theil vom Quecksilber berührt wird.

Das Kochen des Quecksilbers in der Barometerröhre, welches zur Güte der Barometer so wesentlich nothwendig ist, ward dem Herrn du Fay (Mém. de l'acad. roy. des Sc. 1725.) von einem deutschen Glasarbeiter als

ein Mittel vorgeschlagen, die Barometer im Dunkeln leuchtend zu machen. Die Methode war aber sehr unvollkommen, weil sehr viel Quecksilber auf einmal gekocht ward. Cassini und le Monnier entdeckten nachher (Mém. de l'acad. des Sc. 1740.), daß das Quecksilber in allen solchen durchs Kochen gefüllten Röhren gleich hoch stehe, und gleich viel steige und falle, da Barometer, die nicht gekocht sind, sehr beträchtlich von einander abweichen. Dennoch hatte man noch nicht richtige Begriffe von den eigentlichen Vortheilen des Kochens; Beighton (Phil. Trans. no. 448.) gab es noch 1738 als ein Mittel an, den Einfluß der Wärme aufs Barometer ganz zu verhindern, wofür es auch du Fay gehalten hatte. De Lüc hält mit Recht das Kochen für das einzige Mittel, die Luft auf eine stets gleiche Menge zu bringen, die sich aus dem Quecksilber losmacht, und in den leeren Raum über der Quecksilbersäule aufsteigt, wo sie nicht allein durch ihre Elasticität die Quecksilberfläche bey ungekochten Barometern, in einem mehr als im andern, niederdrückt, sondern auch durch ihre Empfindlichkeit gegen die Wärme höchst unregelmäßige Einflüsse dieser Wärme auf den Gang des Barometers veranlasset. Zurückbleibende Feuchtigkeit schadet nach Herrn Luz Versuchen noch mehr. Ein Wassertröpfchen in den obern Raum gebracht, trieb das Quecksilber augenblicklich um 11 Linien herab. Amontons hatte ein Barometer, welches stets 18 Linien zu tief stand. Aus diesen Ursachen ist es schlechterdings nothwendig, die Barometer durch Kochen zu füllen: nur dadurch kan man den Stand derselben übereinstimmend, und den Einfluß der Wärme auf denselben regelmäßig machen.

Man macht den Anfang des Kochens am zugeschmolzenen Ende der Röhre, wovon man ein Stück von etwa 6 Zollen an einem gelinden Kohlenfeuer nach und nach erwärmt. Bey zunehmender Hitze bedeckt sich die äußere Fläche des Quecksilbers mit einer unglaublichen Menge Luftblasen, wovon sie ganz aschgrau scheint; diese sammlen sich endlich in größere, welche im Quecksilber hinauflaufen. Noch kocht es aber nicht. Man hält nun die Röhre unter

einer Schiefe von etwa 40°, so, daß der zu kochende Theil in dem Kohlenfeuer steht. Wenn das Kochen angeht, so trennt sich das Quecksilber, und wenn man den Ort, wo dies geschieht, einige Augenblicke in der starken Hitze läßt, so stößt die erhitzte Luft die ganze wohl 23 Zoll hohe Quecksilbersäule mit Gewalt mehrere Zolle empor, die dann beym Zurückfallen gemeiniglich das Glas zersprengt. Man darf sie also nie über ½ Zoll steigen lassen. Aber um dieses Aufsteigen zu hindern, darf man nicht etwa die Röhre vom Feuer entfernen; man muß sie vielmehr weiter durchs Feuer fortschieben, damit der untere Theil der aufsteigenden Säule in die stärkste Hitze komme, und nach und nach in kleinen Kügelchen, nicht aber mit einem Schlage, zurückfalle. So, wie diese Kügelchen herabfallen, schiebt man die Röhre nach, daß immer der unterste Theil der erhobnen Säule in der stärksten Hitze bleibt, so kan man auf diese Art einen großen Theil der Röhre ohne Gefahr auskochen, und dann zu den übrigen Theilen fortgehen. Am zugeschmolzenen Ende selbst ist die größte Vorsicht nöthig. Das Aufsteigen der Blasen durch einen Eisendrath zu befördern, ist nicht rathsam, weil ein solcher Drath die Röhre ritzt. Daß man übrigens nicht anders, als durch Erfahrung und Uebung, Geschicklichkeit hierinn erlangen könne, ist an sich klar.

Durch das Kochen kömmt das Quecksilber in so genaue Berührung mit dem Glase, daß beym Umkehren der Röhre die ganze Säule darinn hängen bleibt, und erst nach einigem Schütteln aus der Spitze bis zur gewöhnlichen Barometerhöhe herabfällt. Man nimmt dieses Anhängen oft auch beym Füllen ungekochter Barometer wahr. Wolf (Nützl. Vers. II. Th. C. 3. §. 36.) erzählt die hiehergehörigen Beobachtungen des Huygens, Brounker, Boyle und Wallis. Der erste sahe das Quecksilber in einer umgekehrten Röhre 75 rheinländische Zoll hoch stehen oder vielmehr hängen bleiben. Dieses Phänomen veranlaßte mancherley Hypothesen über gröbere und feinere Luft, Druck der subtilen Materie oder des Aethers u. dgl. Es ist nichts anders, als eine Wirkung des

Anhängens bey genauer Berührung, welche nachher nicht wieder hervorgebracht werden kan, weil sich selbst in gekochten Barometern in dem leeren Raume etwas Luft sammlet, welche für die Folge die genaue Berührung des Quecksilbers und Glases an der Spitze verhindert.

Das ausgekochte Barometer wird nun auf ein Bret von Tannenholz so befestiget, daß die Röhre mit einem Drittel ihrer Dicke in einer mit dem Kehlhobel ausgestossenen Rinne liegt, und die Ränder der Rinne genau an das Glas anschließen, daher die Rinne schmäler seyn muß, als die Röhre. Bey Heberbarometern muß für den kürzern Schenkel eine ähnliche Rinne da seyn. Luz schneidet das Holz des Brets da, wo die Krümmung hinkömmt, ganz aus. Das Bret wird mit Papier überkleidet, und die Scale darauf gezeichnet.

Die gemeinen Barometer, welche die Italiäner bey uns zum Verkauf herumtragen, haben statt der Scale einen willkührlich aufgesetzten gedruckten Zettel mit Graden und den Worten: Schön Wetter, Veränderlich, Regen, Sturm u. dgl. Von solchen unnützen Werkzeugen stimmt kein einziges mit dem andern überein, und sie dienen höchstens dazu, die gröbsten Veränderungen zum Zeitvertreib zu bemerken, und andern wieder zu erzählen, daß das Wetterglas auf Sturm gefallen sey.

k. Die Scale des Barometers soll angeben, wie hoch die obere Quecksilberfläche über der untern stehe. Gewöhnlich richtet man sie auf pariser Zoll ein, deren jeder in 12 Linien getheilt wird. Man kan aber jedes bekannte Maaß gebrauchen, wenn man nur dazu sagt, welches man gebraucht habe. Die de Lücsche Einrichtung der Scale für sein Barometer ist schon im vorigen beschrieben und Taf. III. Fig. 49. abgebildet worden. Man könnte auch am kürzern Schenkel die Null unten setzen und von unten herauf zählen. Dann würde am längern Schenkel fortgezählt, daß z. B. in der Figur statt 0; 7, statt 5; 12, statt 22; 29 zu stehen käme. Bey der Beobachtung würden dann die Angaben beyder Schenkel von einander abgezogen. So würde in der Figur der längere 25 Zoll,

der kürzere 3 Zoll zeigen, die Barometerhöhe selbst aber 22 Zoll seyn.

Um die doppelte Scale zu ersparen, die doch immer zwo Beobachtungen statt einer nothwendig macht, hat Herr **Luz** (Beschreibung von Barom. §. 113.) vorgeschlagen, das Heberbarometer so am Brete anzubringen, daß sich seine Schenkel in den Rinnen auf- und abschieben lassen. Er zieht nun auf dem Brete eine Horizontallinie, macht bey dieser den Anfang einer einzigen Scale, und stellt bey jeder Beobachtung durch eine um einen Wirbel gewundene Darmsaite das Barometer selbst so, daß die Quecksilberfläche im kürzern Schenkel auf die Horizontallinie am Anfange der Scale fällt, auf welcher nun die Quecksilberfläche im längern Schenkel die Höhe der Säule richtig anzeigt.

Für die Barometer mit Behältnissen, deren Stand wegen der ungleichen Durchmesser der beyden Quecksilberflächen gewöhnlich niedriger ist, als der Stand der Heberbarometer, räth Herr **Luz** (a. a. O. §. 115 u. f.) an, die Scale derselben bey einem mittlern Barometerstande so anzusetzen, daß die Angabe des Barometers mit der zugleich beobachteten Angabe eines guten Heberbarometers übereinkomme; oder noch lieber die Scale oder auch das Barometer selbst beweglich zu machen, und es sowohl im Anfange, als auch hernach von Zeit zu Zeit nach einem guten Heberbarometer zu berichtigen. Dies heißt wohl im Grunde so viel als: es sey besser, mit dem Heberbarometer selbst zu beobachten. Herr **Luz** aber glaubt doch, da man die Barometerbeobachtungen oft andern Leuten überlassen müsse, die das Heberbarometer nicht zu behandeln wüßten, und da die öftere Reinigung des kürzern Schenkels, in welchem das Quecksilber der Luft und dem Staube ausgesetzt ist, beschwerlich sey, so habe ein genau berichtigtes Behältnißbarometer zu fortgesetzten Beobachtungen noch Vorzüge vor dem Heberbarometer. Die Vorschriften zur Berichtigung müssen bey ihm selbst nachgelesen werden.

Da man die Linie auf der Scale noch in vier Theile theilen und durchs Augenmaaß Sechszehntheile unter-

scheiden kan, so sind hiedurch schon die Grenzen der Genauigkeit erreicht, die das Barometer seiner Natur nach zuläßt. Daher scheinen mir Mikrometer, Vernier oder Nonius, Transversallinien, desgleichen Luz und Rosenthal vorschlagen, um den Stand des Barometers bis auf noch feinere Theile zu bemerken, entbehrlich; auch wird man die Erklärung derselben hier nicht erwarten.

Was die Behältnisse betrift, so ist zu dem Taf. III. Fig. 40. vorgestellten Barometer durch Leutmann (Instrumenta meteorognosiae inservientia, Viteb. 1725. 8.) eine Büchse von Holz vorgeschlagen worden, welche noch jetzt häufig gebraucht wird. Sie ist ein wenig verändert Taf. III. Fig. 51. aus Luz (Beschr. v. Bar. Taf. II. F. 1.) vorgestellt. a d e d a ist ein hölzernes Gefäß mit einer Oefnung bey e, auf welches der Deckel Bffb passet. Der Deckel hat ein ¾ Zoll weites Loch cc, mit Kork ausgefüttert. Die Barometerröhre geht geräumig durch das in den Kork gebohrte Loch. Nach dem Füllen, noch ehe die Röhre umgekehrt wird, leimt man um ihren obern Theil ein Streifchen Blase, und dann den Deckel BffB in umgekehrter Stellung darauf, so daß das Gefäß a d e d a, wenn es darüber gesetzt wird, bey e etwa 1½ Lin. von dem Ende der Röhre absteht. Man leimt das Gefäß an den Deckel an, füllt durch die jetzt obenstehende Oefnung e alles voll Quecksilber, und verschließt diese Oefnung durch ein genau passendes eingeleimtes Zäpfgen. Nunmehr kan man, da alles verschlossen ist, die Röhre mit der Büchse ohne Gefahr umkehren, und an das Bret befestigen. Jetzt ist sie aber ganz voll Quecksilber; man zieht daher aus einem schon vorher bey h eingebohrten Loche das Zäpfgen, womit es verschlossen ist, heraus, so läuft das überflüßige heraus, und das Quecksilber setzt sich in der Büchse und der Röhre auf die gehörigen Höhen. Einige lassen die Büchse verschlossen, weil die äußere Luft durch das Holz wirket; aber es ist rathsamer, durch den Deckel eine Oefnung zu bohren, die aber, wie natürlich, beym Füllen verschlossen werden muß. Besorgt man, das Quecksilber

möchte mit der Zeit ins Holz eindringen, so darf man die Büchse nur von innen lackiren.

Herr Luz beschreibt a. a. O. noch andere Einrichtungen dieser Büchse. Nollet machte sie von Glas, damit man die untere Quecksilberfläche sehen konnte. Luz selbst macht die Vertiefung d e d sehr flach und kaum merklich, läßt die Röhre bey e durch den Boden durchgehen, das aus ihr herausgehende Quecksilber aber durch einen an der Seite befindlichen Canal wieder herauf auf den Boden d d kommen, wo es sich nach der flachen Vertiefung hinzieht und um die Röhre einen Ring bildet, der sich bey mehrerm oder wenigerm Quecksilber nur verbreitet oder verengert, ohne seine Höhe zu ändern. Er giebt dies als eine Verbesserung der Prinzischen Einrichtung an.

Die Behältnisse zu den Taf. III. Fig. 41. abgebildeten Barometern werden gewöhnlich noch vor dem Füllen an die erst gekrümmten Röhren angeblasen. Sie müssen, wie die vorher beschriebenen Büchsen, einen 10—12mal größern Durchmesser, als die Röhre, haben. Weil viel Quecksilber erfordert wird, um die angeblasenen Glasbehältnisse bis an ihren größten Kreis auszufüllen, so thut Luz (§. 138. 139.) zur Ersparung den Vorschlag, statt des Behältnisses ein cylindrisches gläsernes Gefäß ohne Boden in eine hölzerne Kapsel zu fassen, die gekrümmte Röhre bis durch den Boden der Kapsel fortzuführen, und das Quecksilber nur so weit gehen zu lassen, daß es beym höchsten Barometerstande gerade den hölzernen Boden der Kapsel bedeckt; er zeigt auch, wie sich dabey auf eine sehr einfache Art die Prinzische Einrichtung anbringen lasse, um immer einerley Horizontalebne zu behalten. Uebrigens ist nicht zu vergessen, daß dergleichen Behältnißbarometer bey Ansetzung der Scale allezeit nach dem Heberbarometer zu richten sind.

## Einfluß der Wärme aufs Barometer.

Die Wärme dehnt das Quecksilber aus, macht es specifisch leichter, und verursacht daher, daß die mit dem Drucke des Luftkreises gleichwiegende Säule bey wärmerm

Queckſilber höher, als bey kälterm, ſeyn muß, d. h. bey größerer Wärme ſteht das Barometer höher, wenn gleich der Druck der Luft ebenderſelbe bleibt. Amontons (Mém. de Paris 1740.) gab hierüber zuerſt die Regel an, daß ſich von der größten Kälte bis zur größten Hitze in Paris das Volumen des Queckſilbers um $\frac{1}{115}$ ändere. De la Hire, du Fay, Beighton aber läugneten den Einfluß der Wärme auf die einfachen Barometer, wenigſtens auf die gekochten, gänzlich. De Lüc (Recherches §. 355. u. f.) hat endlich zu genauern Unterſuchungen hierüber die Bahn gebrochen. Er zeigt, daß man von der Ausdehnung des Queckſilbers im Thermometer keinen Schluß auf ſeine Ausdehnung im Barometer machen könne; auch daß nur in gekochten Barometern regelmäßiger Einfluß der Wärme ſtatt finde, und ſchließt endlich aus Verſuchen mit Barometern und Thermometern in einem kalten, nachher geheizten, Zimmer, daß die Veränderung der Temperatur vom Eis- bis Siedpunkt den Barometerſtand von 27 par. Zoll um 6 Linien ändere (§. 364.). Er theilt deswegen auf ſeinem Thermometer den Raum zwiſchen Eis- und Siedpunkt in 96 Grade; ſo kömmt jedem Grade Aenderung der Wärme, $\frac{1}{16}$ Lin. Aenderung des Barometerſtands zu. Die Null dieſer Thermometerſcale zum zehnten Grade nach Reaumur geſetzt, kömmt an den Eispunkt —12, an den Siedpunkt + 84 zu ſtehen. De Lüc beobachtet nun dieſes Thermometer zugleich mit dem Barometer, und giebt für die Berichtigung jedes Barometerſtands eine Regel (§. 374.), die ſich am kürzeſten in einem allgemeinen Ausdrucke abfaſſen läſt. Wenn der unverbeſſerte Barometerſtand = B Linien iſt, und de Lücs Thermometer + k Grade zeigt, ſo iſt der berichtigte Barometerſtand $\overline{B}\ (1 \mp \frac{k}{5132})$ Lin. Stünde z. B. das Barometer auf einem Berge bey $13\frac{1}{2}$ Zoll oder 162 Linien, und das Thermometer zeigte —16, ſo würde der berichtigte Barometerſtand 162. $(1 + \frac{16}{5182}) = 162$ Lin. ſeyn. So viel würde nemlich das Barometer zeigen, wenn die Temperatur 10 Grad nach Reaumur wäre; die Kälte auf

dem Berge hat die Quecksilbersäule um ½ Linie verkürzt. Herr **Kästner** (Abhdl. von Höhenmessungen durch das Barometer in s. Anm. über die Markscheidekunst, Gött. 1775. 8. §. 295—301.) zeigt, daß das Verfahren nach dieser Regel nicht in aller Schärfe richtig, doch in der Ausübung brauchbar sey.

Der Ritter **Shukburgh** (Philos. Transact. Vol. LXVII. no. 29.) giebt die Aenderung einer 30 englische Zoll langen Quecksilbersäule für jeden Grad des Fahrenheitischen Thermometers = 0,00323 Zoll an, welches nach gehöriger Reduction der Maaße und Scalen nicht weit von de Lücs Angabe abweicht.

**Roy** (Philos. Trans. Vol. LXVII. no. 34.) findet durch Versuche, die sehr genau scheinen, die Ausdehnung eben dieser Säule vom Eis- bis zum Siedpunkte 0,5117 engl. Zoll, das ist, für eine Säule von 27 par. Zoll nur 5,5262 par. Lin.

**Rosenthal** (Beyträge zur Verfertigung, Kenntniß und Gebrauch meteorolog. Werkzeuge, Gotha. B. I. 1782. B. II. 1784. 8.) giebt aus eignen Versuchen 5,56, und **Luz** (Beschreib. v. Bar. §. 77.) 5,64 par. Lin. Der letztere nimmt endlich 5,5 Lin. an, welches aber kein Mittel, sondern nach allen Versuchen zu wenig ist.

Als das bequemste Mittel, die Barometerbeobachtungen nach diesen Versuchen zu berichtigen, schlagen fast alle praktische Kenner des Barometers vor, sich besonderer Thermometerscalen zu bedienen, wovon die schon angeführte Methode des **de Lüc** ein Beyspiel giebt. Allein es erfordert nicht allein jedes andere Ausdehnungsverhältniß, und jede andere Temperatur, auf welche man die Barometerhöhen reduciren will, eine andere Eintheilung der Scale, sondern jede Scale gilt auch nur für eine einzige Barometerhöhe, und muß für andere verhältnißmäßig vergrößert oder verkleinert werden, welches die Menge der Scalen fast ins unzählbare vervielfältiget. Aus der unnöthigen Menge der Thermometerscalen ist ohnehin schon so viel schädliche Sprachverwirrung entstanden, daß man billig aufhören sollte, sie noch mehr zu häufen. Ueberdies

giebt Rechnung allezeit größere Sicherheit, als Zeichnung, und die hier erforderliche ist nicht so schwer, daß man nicht von Jedem, der physikalische Beobachtungen anstellt, die dazu nöthige Fertigkeit verlangen könnte.

Diese Rechnung ist in folgender Formel enthalten. Eine Quecksilbersäule im Barometer, welche beym Eispunkte die Länge $m$ hat, dehne sich bis zum Siedpunkte um die Länge $n$ aus.

Das Thermometer, das man braucht, habe zwischen Eis und Siedpunkt $f$ Grad, und zeige bey der Beobachtung $h$ Grad über dem Eispunkte. Die Temperatur, auf welche man alle Beobachtungen reduciren will, sey $g$ Grad über dem Eispunkte.

Die beobachtete Barometerhöhe sey B.
So ist die berichtigte oder $b = \frac{fm + gn}{fm + hn} B = B. \left(1 + \frac{(g - h)n}{fm + hn}\right)$
wofür man ohne merklichen Fehler in der Anwendung

$$B. \left(1 + \frac{(g-h)n}{fm}\right)$$

setzen kan, weil $hn$ stets unbeträchtlich gegen $fm$ ist.

Nimmt man nun mit de Lüc $n = 6$ Linien, für $m = 27$ Zoll $= 324$ Lin., so wird $\frac{n}{m} = \frac{6}{324} = \frac{1}{54}$, und

$$b = B. \left(1 + \frac{g-h}{54 f}\right)$$

woraus de Lücs im Vorigen angegebne Regel folgt, wenn man seiner Scale gemäß $g = 12$; $h = k + 12$; $f = 96$ setzt.

Beobachtet man an einem Fahrenheitischen Thermometer, nennt den Grad, den dasselbe bey der Beobachtung zeigt, $k$, und den, auf welchen man die Beobachtung reduciren will, $i$; so ist $f = 180$; $g = i - 32$; $h = k - 32$, und

$$b = B \left(1 + \frac{i-k}{9720}\right)$$

Die Berichtigung wegen der Wärme besteht also darinn, daß man zur beobachteten Barometerhöhe B noch

$\frac{i-k}{9720}$ B hinzusetzt, oder, wenn i—k negativ ist, $\frac{k-i}{9720}$ B von ihr abzieht.

Ex. Das Barometer zeigt 26 Zoll, 6 Lin. = 318 Linien, das Fahrenheitische Thermometer 40 Grad; man will die Barometerhöhe auf die Temperatur 70 Grad nach Fahrenheit reduciren. So hat man $\frac{70-40}{9720} \cdot 318 = \frac{318}{324}$ Lin. hinzuzusetzen, und erhält 318, 98 Lin.

Oder man will eben diese Beobachtung auf die Temperatur des Eispuncts reduciren, welche 32 Grad ist. So hat man $\frac{40-32}{9720} \cdot 318 = \frac{318}{1215}$ Lin. abzuziehen, und erhält 317, 73 Lin.

Das heißt: Eben der Druck der Luft, der jetzt bey 40 Grad Thermometerstand das Quecksilber 318 Lin. hoch hält, würde ein bis zu 70 Grad erwärmtes 318, 98 Lin. und ein bis zum Eispunkte erkaltetes 317, 73 Linien hoch halten.

Es erhält diese Formel durch die Geschmeidigkeit, mit welcher sie sich allen möglichen Voraussetzungen, Scalen und Reductionstemperaturen anpassen läßt, einen großen Vorzug, und für die, welche die bey jeder Beobachtung nöthige Rechnung scheuen, wären Tabellen, nach der Formel berechnet, gewiß eben so leicht zu brauchen, als die vielen Scalen, welche nur Verwirrung und Unzuverlässigkeit in die Wissenschaft bringen.

Diese Reduction des Barometerstandes auf das, was er bey einer andern, zum allgemeinen Vergleichungspunkte angenommenen, Temperatur des Quecksilbers gewesen seyn würde, heißt Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers, und ist bey allen Beobachtungen nöthig, wenn sie anders mit einander sollen verglichen werden können. Das dabey zu beobachtende Thermometer muß im Brete des Barometers selbst befestiget seyn, damit sich das Quecksilber in demselben mit dem Quecksilber des Barometers selbst in völlig gleichen Umständen befinde, und beyde einerley Temperatur erhalten, wozu man den Instrumenten einige Zeit lassen muß.

Zur Temperatur, die den allgemeinen Vergleichungspunkt abgeben soll, will Luz aus Ursachen, welche bey dem Worte: Höhenmessungen, barometrische, erklärt werden, + 16¼ Gr. nach Reaumür gewählt wissen, welches mit 69⅞ oder fast 70 Gr. nach Fahrenheit übereinkömmt, und von Rosenthal die Normaltemperatur genannt wird. Die Formel läßt sich auf jede solche Wahl leicht anwenden.

Rosenthal (Anleitung, das de Lücsche Barometer zu einem höhern Grad der Vollkommenheit zu bringen, Gotha, 1779. 8.) thut einen Vorschlag, diese Berichtigung zu machen, ohne dazu eines Thermometers zu bedürfen. Dieser Vorschlag setzt einen Heberbarometer voraus, an dem die Null an beyden Schenkeln unten steht, wo also die Angabe des kürzern Schenkels von der des längern zu subtrahiren ist. Er mißt die Länge des in beyden Schenkeln über der 0 enthaltnen Quecksilbers zu einer Zeit, da die Luft die Normaltemperatur hat, und nennt sie die Normallänge. Gesetzt, er finde im längern Schenkel 5609, im kürzern 424 Sechszehntheile einer Linie, so ist die Normallänge 5609 + 424 = 6033; der Barometerstand hiebey aber, 5609 — 424 = 5185. Zeigt ihm nun zu einer andern Zeit der längere Schenkel 5650, der kürzere 427, so scheint der Barometerstand 5650 — 427 = 5223 zu seyn; die Normallänge aber hat sich in 5650 + 427 = 6077 verändert. Diese Veränderung ist blos dem Einflusse der Wärme zuzuschreiben, und von ihr kömmt auf den scheinbaren Barometerstand ein seiner Größe gemäßer Theil. Daher muß sich die jetzige Normallänge (6077) zur eigentlichen (6033) verhalten, wie der scheinbare Barometerstand (5223) zum berichtigten, wofür die Regel Detri 5185 giebt. So hoch würde also das Barometer unter gleichem Drucke der Luft bey der Normaltemperatur stehen. So sinnreich diese Methode in der Theorie ist, so setzt sie doch voraus, daß die Röhren überall vollkommen gleich weit sind, und nie Quecksilber verlohren gehe, welches in der Ausübung zu erhalten kaum möglich ist. Uebrigens ist nach Luz dieser Vorschlag schon 1759 von Herrn de la Grange gethan, auch nach-

her ein ähnlicher von Lamanon (Journal de physique, Janv. 1782.) bekannt gemacht worden.

## Methode, zu beobachten, und die Beobachtungen aufzuzeichnen.

Das Bret des Barometers muß mit Hülfe eines Bleyloths so aufgehangen und befestiget werden, daß sich die Röhren desselben nebst der Scale in einer völlig lothrechten Stellung befinden. Auch portativen Barometern muß man, so oft sie aufgestellt werden, diese lothrechte Stellung geben. Es ist nicht genug, die Lage zu suchen, in welcher das Quecksilber die geringste Höhe zeigt, und diese für die richtige anzunehmen, wie le Monnier gethan und noch neuerlich Rosenthal für zureichend gehalten hat. Barometer mit gekrümmten Röhren geben wegen des Anhängens die niedrigste Höhe in einer schiefen Richtung.

Vor der Beobachtung muß man einigemal, zuerst stark, dann schwächer, an die Röhre schlagen, um so durch ein gelindes Schütteln dem anhängenden Quecksilber die gehörige Freyheit zu geben.

Bey der Beobachtung muß das Auge genau in einerley Horizontallinie mit der Quecksilberfläche stehen, um die in höhern oder niedrigern Gesichtspunkten entstehende Parallaxe zu vermeiden. Man giebt deswegen auf das Bild der Scale Achtung, das sich in der Röhre, wie in einem Spiegel, darstellt; unter den Strichen dieses Bildes erscheint nur einer horizontal, und wenn dies derjenige ist, der an der Quecksilberfläche stehet, so hat das Auge die gehörige Stellung, und eben dieser Theilungsstrich giebt die Höhe der Säule an.

Die Quecksilberfläche ist in gläsernen Röhren nie eben, sondern steht in der Mitte höher, als am Rande. Man muß aber ihre Höhe in der Mitte, nicht die am Rande, beobachten.

Jede Beobachtung muß, ehe man sie aufschreibt, wegen der Wärme des Quecksilbers berichtiget, oder es muß ihr wenigstens der zugleich beobachtete Thermometer-

stand beygeschrieben werden, um sie zu gelegner Zeit darnach berichtigen zu können. Unberichtigte Beobachtungen sind größtentheils als unbrauchbar anzusehen.

Zu Aufzeichnung vieler an einerley Orte fortgesetzten Beobachtungen in guter bald zu übersehender Ordnung erfindet sich Jeder leicht eine bequeme Einrichtung. Am besten ist es wohl, ihnen die Form von Tabellen zu geben. Musschenbroek (Ephemerides meteorologiae Vltrajectinae anni 1728 in Diss.phys.Lugd.1729.4.p.673.) hat den sinnreichen Vorschlag gethan, die Barometerveränderungen so aufzuzeichnen, wie Taf. III. Fig. 52. nach Luz, den Gang des Barometers vom 14ten bis 20sten Jänner 1784 darstellt. Der Anblick der Figur dient hier statt aller Beschreibung. Die vertikalen Fächer des Gitters sind die Linien der Barometerhöhe; die horizontalen sind die fortlaufenden Tage, an deren jedem drey Beobachtungen angestellt sind. Deutlicher und zur Uebersicht bequemer läßt sich der Gang des Barometers nicht vorstellen.

Für diejenigen, die auch Sehen und Aufschreiben noch zu mühsam finden, sind Barometer erfunden worden, die ihren Gang selbst aufzeichnen. Man giebt ihnen den Namen der Barometrographen. Luz (§. 210. 211.) beschreibt deren zween, wovon der erste in England erfunden, der zweyte von Changeux (Journal de physique, Nov. 1780.) angegeben worden ist. Ihr Wesentliches besteht in folgendem.

Ein Heberbarometer hat an beyden Schenkeln $1\frac{1}{2}$ Zoll weite Behältnisse, in welchen die Quecksilberflächen steigen und fallen. Auf dem Quecksilber im untern Schenkel liegt ein Cylinder von Elfenbein mit einem senkrecht heraufgehenden Drathe, der durch Hülsen geführt ist, damit er stets senkrecht bleibe. Alles dies wird von einem Gegengewichte gehalten, damit es nicht zu sehr aufs Quecksilber drücke. Oben am Drathe ist ein schreibender Stift angebracht. Vor diesem Stifte führt ein Uhrwerk mit stets gleichförmiger Bewegung einen Schieber vorbey, auf welchem ein Musschenbroekisches Gitter, wie Taf. III. Fig. 52.,

verzeichnet ist. Der Stift wird durch den Drath, der elastisch seyn muß, an diese Zeichnung angedrückt. Da er mit dem Quecksilber im untern Schenkel steigt und fällt, so zeichnet er diese Bewegungen aufs Papier, während dasselbe vom Uhrwerke gleichförmig fortgezogen wird. So entsteht eine Zeichnung, wie Taf. III. Fig. 52., nur umgekehrt, und um die Helfte kleiner, den Veränderungen im untern Schenkel eines Heberbarometers gemäß. Changeux hat dies verbessert, indem er das Gitter in eine runde Scheibe umbeugt, so, daß sich die horizontalen Linien in concentrische Kreise, und die vertikalen in Stücken von Halbmessern verwandeln. Diese Scheibe bringt er an eine Penduluhr so an, daß sie gleichförmig umgedreht wird. Der Stift steht hier vor der Scheibe; alle Stunden einmal schlägt ein Hammer auf den Drath, und macht dadurch, daß der Stift am gehörigen Orte die Scheibe mit einem Punkte bezeichnet. Um die Unvollkommenheit solcher Einrichtungen zu begreifen, darf man nur daran denken, daß sich die beträchtliche Länge des Draths durch die Wärme ändern muß.

## Reisebarometer (barométre portatif).

Man hat zwar schon längst auf Einrichtungen für Barometer, die man auf Reisen mit sich führen könnte, gedacht, dergleichen Leupold (Theatr. aërostat. Tab. IV. Fig. 3. 4. 5. Tab. VIII. Fig. 2.) anführt. Seitdem aber die barometrischen Höhenmessungen die Mitführung der Barometer auf den beschwerlichsten Bergreisen nothwendig gemacht haben, hat zuerst de Lüc (Recherches sur les modif. de l'atmosph. To. II. §. 464. u. f.) ein besseres Reisebarometer angegeben, von dessen Güte ihn ein zwölfjähriger Gebrauch überführt hatte. Um Weitläufigkeit und zahlreiche Abbildungen zu vermeiden, gebe ich nur die wesentlichen Theile desselben an.

Ein Theil des kürzern Schenkels von einem Heberbarometer ist hier von dem übrigen getrennt, und beyde Stücken werden durch einen Hahn verbunden, der von Elfenbein (nach Luz von Pockholz, Franzosenholz, Lignum

sanctum, s. Guayacum), der Schlüssel desselben aber von festem reinem Kork ist. Hahn und Schlüssel bekommen ein Loch, das im Schlüssel mit einem Federkiel ausgefüttert wird. Der Hahn wird zur Helfte ins Bret des Barometers eingelassen, und durch Schrauben daran befestiget. Er bekömmt einen Grif von Elfenbein.

In diesen Hahn wird der größere Theil des Barometers, an dem der lange Schenkel befindlich ist, unten eingeleimt und verküttet, der kürzere Schenkel aber oben nur fest eingesteckt. Der längere Schenkel wird noch überdies an das Bret befestiget, und wo er sich etwa stoßen könnte, durch lederne Küssen gesichert. Scalen und Thermometer sind am Brete, wie gewöhnlich, angebracht.

Will man dies Barometer mit sich führen, so neigt man es unter einem Winkel von 40—50 Graden, wodurch sich der längere Schenkel völlig bis oben mit Quecksilber anfüllt. Verschließt man nun den Hahn, so wird dadurch das Quecksilber so eingeschlossen, daß keine Bewegung desselben mehr möglich ist. So kann man das ganze Werkzeug in umgekehrter Stellung mit sich führen, in welcher es auch empfindliche Stöße ohne Schaden verträgt. De Lüc verschließt es in ein Futteral von Tannenholz, dessen Boden zugleich das Bret des Barometers ist.

Zur Beobachtung öfnet man den Hahn, ehe das Barometer senkrecht gestellt wird, damit das Quecksilber nicht allzuschnell herabfalle. Am besten neigt man es dabey unter einem Winkel von 40—50°. Man reinigt dann den kürzern Schenkel mit einem Wischer, und läßt durch einen papiernen Trichter etwas weniges reines Quecksilber hienein.

Das Barometer ist mit einem eignen Bleyloth zur senkrechten Sellung versehen, hat auch ein besonderes Stativ, und wird bey der Beobachtung durch einen Schirm vor den Sonnenstralen geschützt, welche sonst das Bret ungleich erwärmen möchten. Man muß einige Zeit warten, ehe man die Beobachtung anstellt, damit das Bret die gehörige Temperatur erhalte.

Während einer Reise wirkt doch die veränderliche Wärme auf das eingeschloßne Quecksilber, dehnt es aus oder zieht es zusammen. Im erstern Falle giebt der Kork ein wenig nach, im letztern entsteht ein leerer Raum, den man durch das Anschlagen des Quecksilbers an die Röhre bemerkt. Man muß alsdann von Zeit zu Zeit den Hahn lüften, d. i. bey gehöriger Stellung des Barometers auf- und sogleich wieder zuschließen, jedoch, ehe man es umkehrt, nachsehn, ob etwa Luft in die Krümmung gekommen sey, und diese gegen den Hahn zurückzubringen suchen, damit sie bey Oefnung desselben herausgehe.

Luz macht, um die doppelte Scale zu ersparen, das Bret doppelt, und giebt dem obern Theile die Form eines Schiebers, welcher bey jeder Beobachtung so gestellt wird, daß eine darauf verzeichnete Horizontallinie mit der Quecksilberfläche im kürzern Schenkel zusammenfällt.

Dieser Einrichtung giebt Luz (§. 153.) vor allen übrigen den Vorzug. Die nachher erfundenen sind nach seinem Ausdrucke Reisebarometer, welche nie das Zimmer verlassen haben. Es wird also genug seyn, ihrer mit wenig Worten zu gedenken.

Wie man das Barometer mit der Büchse, Taf. III. Fig. 40., wobey die Prinzische Einrichtung angebracht ist, ingleichen das mit einer gekrümmten Röhre und einem darauf stehenden Behältnisse, ebenfalls mit angebrachter Prinzischer Einrichtung, auch zum Reisebarometer brauchbar machen könne, lehrt Luz (§. 131. 140.).

**Magellan** (Beschreibung neuer Baromet.) giebt eine sehr undeutlich abgefaßte Beschreibung eines Heberbarometers, dessen beyde Schenkel durch ein Gefäß verbunden sind. Das Gefäß besteht aus zween zusammengeschraubten Theilen. Der obere Theil endigt sich unten in einen ledernen Beutel, welcher das Quecksilber trägt. Durch den Boden des untern Theils geht eine Schraube mit einer Platte, durch welche man den ledernen Beutel zusammendrücken, oder nachlassen, und so mehr oder weniger Quecksilber nach Gefallen in beyde Schenkel des Barometers bringen kan. Man soll bey der Beobachtung

die Schraube so stellen, daß das Quecksilber im kürzern Schenkel gerade an die Horizontallinie tritt, auf welche sich die Scale bezieht; beym Mitführen auf Reisen soll man den Beutel so zusammenschrauben, daß der längere Schenkel ganz mit Quecksilber angefüllt wird. Daß man dieses Barometer aufrecht mit sich führen muß, und das Leder bey starkem Drucke Quecksilber durchläßt, sind außer andern Mängeln die Hauptfehler dieser Einrichtung.

Des Assier Perica Reisebarometer (Lichtenberg Mag. für das Neueste aus der Physik, 1. B. 3 St. S. 98.) ist das eben erwähnte Magellanische selbst, nur aus einem Heberbarometer in ein Behältnißbarometer verwandelt. Das Behältniß oder die Büchse ist von Crystallglas in Elfenbein gefaßt, und endigt sich ebenfalls in einen ledernen Beutel, der von untenher durch eine Schraube zusammengedrückt werden kan. Dadurch soll immer dieselbe Horizontalebne im Behältniß erhalten und bey Reisen das Quecksilber eingeschlossen werden.

Rosenthal (Beyträge zur Verf. meteorol. Werkz. S. 30.) beschreibt ein sehr einfaches Reisebarometer des Barometermachers Schiavetto. In einem Heberbarometer wird, wenn es ungeneigt, und der längere Schenkel ganz angefüllt ist, ein kleines Korkstöpselchen an einem Stiele von Fischbein in den kürzern Schenkel bis aus Quecksilber gedrängt, und dasselbe dadurch eingeschlossen. Man giebt deswegen dem Theile der Röhre, in welchen der Kork kömmt, an der Lampe einen engern Durchmesser und eine conische Gestalt. Man sieht aber bald, daß diese Art des Verschlusses nicht sicher genug sey.

Changeux (Description de nouveaux barometres à appendice Journ. de phys. Mai. 1783.) giebt Barometer an, die auf einen Berg geschickt, oder in eine Tiefe gelassen, wenn sie zurückkommen, den Barometerstand in der Höhe oder Tiefe selbst angeben sollen. Sie sind Heberbarometer. Für die Höhen wird ein Appendix, wie cd Taf. III. Fig. 50., nur herunterwärts geneigt, an den kürzern Schenkel angebracht, und so viel Quecksilber eingefüllt, daß es gerade bis an den Appendix reicht. Auf dem

Berge wird also so viel, als im kürzern Schenkel steigt, in den Appendix laufen, und durch die Menge desselben soll der Barometerstand auf dem Berge berechnet werden. Für Beobachtungen in der Tiefe setzt er den Appendix an den längern Schenkel, welche Einrichtung gar nicht auszuführen ist, weil man ein solches Barometer nicht füllen kan, ohne den Appendix mit zu füllen, an welche Schwierigkeit Changeux nicht gedacht zu haben scheint.

In Lichtenbergs Magazin für das Neuste aus der Physik, II. B. 1. St. S. 129. wird noch ein wohleingerichtetes Reisebarometer mit einer Büchse beschrieben, wobey die Prinzische Einrichtung angebracht ist, und das Quecksilber durch Herausschraubung eines Stempels in die Röhre gebracht, und darinn verschlossen werden kan.

Zu den Reisebarometern gehören auch die Meerbarometer, bey welchen das beständige Hin und Hergehen der Quecksilberflächen beym Schwanken des Schifs vermieden werden soll. D. Hooks und Amontons obenangeführter Vorschlag, hiezu das Luftthermometer mit einem gewöhnlichen Thermometer zu verbinden, ist von Magellan (Beschreibung neuer Barometer) dadurch verbessert worden, daß er das Instrument mit Quecksilber füllt, und um den Druck dieses Quecksilbers auf die Luft aufzuheben, umkehrt. Er füttet nun dieses Luftthermometer auf ein hölzernes Kästchen, welches das Quecksilber in einem ledernen Beutel enthält, der mit einer Schraube zusammengedrückt werden kan. Mit diesem Quecksilber ist noch eine auf das Kästchen aufgesetzte Glasröhre verbunden, in welcher man vermittelst der Schraube das Quecksilber eben so hoch stellt, als es im Luftthermometer steht. So halten sich beyde Quecksilbersäulen das Gleichgewicht, und der Druck der Atmosphäre auf die Luft in der Kugel wird vom Quecksilber nicht mehr geändert. Noch mehr Verbesserungen hat Luz (§. 177. u. f.) hiebey angebracht. Es ist aber die von ihm vorgeschlagne Einrichtung der Scale sowohl für die Barometer, als auch für das dazu gehörige Thermometer, sehr beschwerlich auszuführen.

Von Amontons conischem Barometer, und Passements Vorschlage, die Röhre spiralförmig zu winden, ist schon im Vorigen geredet worden.

Blondeau's bey der französischen Marine eingeführtes Meerbarometer (Lichtenberg Magazin für das Neuste a. d. Physik, I. B. 3. St. S. 80. u. f.) ist Taf. III. Fig. 53. vorgestellt. Es ist das de Lücsche Reisebarometer, nur ganz, selbst bis auf den Hahn g, von Eisen verfertiget. Der Schlüssel des Hahns hat nur ein ganz enges Loch, wird auch nie ganz aufgedrehet. So kan nur wenig Quecksilber auf einmal durch den Hahn gehen, also das Schwanken des Schifs wenig Einfluß haben. Bey a, wo der längere Schenkel aufgeschraubt ist, hat die Schraube auch nur eine enge Oefnung b b, theils um das Schwanken noch mehr zu hindern, theils, damit beym Umkehren das Quecksilber nicht zu schnell von oben herabfalle und Luft in den obern Raum komme. Damit das eingeschlossene Quecksilber den Veränderungen der Wärme besser nachgeben könne (da hier der Hahn von Eisen ist, und nicht, wie der von Kork bey de Lüc, nachgiebt), so wird bey c eine Oefnung angebracht, und bey d mit einer Blase überspannt, gegen welche die Feder e das Kissen f andrückt, welche Einrichtung schon de Lüc gewählt hatte, aber nachher, da er den Hahn von Kork machte, wieder aufgab. Weil beyde Schenkel undurchsichtig sind, so wird auf die Quecksilbersäule im kürzern ein Stück Elfenbein h aufgesetzt, von welchem ein eiserner Drath durch eine enge Oefnung des Deckels i herausgeht. Das Ende k bemerkt durch sein Steigen und Fallen die Veränderungen des Barometers. Weil man die Beobachtungen nur am kurzen Schenkel macht, in welchem die Quecksilbersäule durch die Wärme nicht sehr geändert wird, so hat hier die Wärme wenig Einfluß; genau läßt sich mit diesem Werkzeuge nicht beobachten, da man den Stand im längern Schenkel gar nicht bemerkt; inzwischen scheint es hinreichend zum Gebrauch auf der See zu seyn.

Zum Beschluß dieses langen Artikels will ich noch folgende Zusätze beyfügen.

1) Manche Barometer leuchten, wenn sie im Dunkeln geschüttelt werden. Picard nahm dies zuerst 1676 wahr, und man findet seine, de la Hire's, Joh. Bernoulli's, Hombergs, Mairan's Hypothesen darüber beym de Lüc (Recherches, §. 69. u. f.). Dü Fay glaubte, das Kochen sey ein untrügliches Mittel, alle Barometer leuchtend zu machen: es reinige das Quecksilber von gröberer Luft, und gebe der feinen Materie darinn eine freyere Bewegung. Musschenbroek hielt die Luft für nothwendig zum Leuchten der Barometer. Hawksbee (Phil. Trans. 1708.) nahm endlich das Leuchten mit Recht für eine elektrische Erscheinung an. Unzählige Versuche beweisen, daß das elektrische Licht in sehr verdünnter Luft vorzüglich stark sey; auch weiß man, daß das Reiben des Glases am Quecksilber Elektricität erregt. Daß nicht alle Barometer leuchten, kömmt wahrscheinlich von der Beschaffenheit ihres Glases her. Das Kochen thut hiezu nichts weiter, als daß es den obern Raum mehr luftleer macht. Das Leuchten kan also auch nicht als ein Kennzeichen der Güte eines Barometers angesehen werden.

2) Wenn die torricellische Röhre, in ein auf dem Boden ruhendes Gefäß eingesenkt, gewogen wird, so wiegt die in ihr befindliche Quecksilbersäule mit ihr; die Röhre wird schwerer, wenn das Quecksilber steigt, leichter, wenn es fällt. Manche haben sich darüber verwundert, weil doch die Quecksilbersäule vom Drucke der Luft getragen werde, und also ihr Gewicht verliere. Dies ist auch richtig. Es fällt aber alles Befremdende weg, wenn man bedenkt, daß die Röhre dafür den Druck der auf ihr ruhenden Luftsäule von oben herab zu tragen bekömmt, welcher dem Drucke der Quecksilbersäule gleich ist, und jetzt durch keinen Druck von unten mehr aufgehoben wird. Versuche hierüber führt Wolf (Nützliche Versuche, Th. II. Cap. 3. §. 38.) an, und Morland hat darauf ein sogenanntes Waagbarometer gegründet, von welchem Magellan und Luz (§. 12—14.) reden.

Recherches sur les modifications de l' atmosphère par *Jean André de Luc.* à Geneve. To. I. et II. 1772. gr. 4.

J. A. de Lüc Untersuchungen über die Atmosphäre, aus dem Franz. übers. Leipzig I. Th. 1776. II. Th. 1778. gr. 8.

Fr. Luz Vollständige und auf Erfahrung gegründete Beschreibung von allen sowohl bisher bekannten, als einigen neuen Barometern, Nürnb. u. Leipzig 1783. gr. 8.

**Barometerprobe,** s. **Elasticitätszeiger.**

**Barometerveränderungen, Steigen und Fallen der Wettergläser,** Variationes barometri, Ascensus et descensus mercurii in tubo Torricelliano, *Variations du baromètre.* So werden die Veränderungen der Höhe des Quecksilbers in einem stillstehenden, oder immer an einerley Orte bleibenden, Barometer genannt, welche man insgemein für Anzeigen der bevorstehenden Witterung annimmt. Eigentlich sind sie blos Anzeigen der stärker oder schwächer gewordenen Elasticität der Atmosphäre; der Schluß hievon auf die Wetterveränderungen ist nie völlig sicher, und findet oft gar nicht statt.

In Frankreich wird die mittlere Barometerhöhe $27\frac{1}{2}$ pariser Zoll angegeben, und der tiefste Stand des Quecksilbers auf 26, der höchste auf 29 Zoll gesetzt; obgleich Brisson (Dict. de phys. art. *Barometre*) versichert, daß sich die Barometerveränderungen in Paris gewöhnlich nicht weiter als von 27 bis $28\frac{1}{2}$ Zoll erstrecken, einige selten vorkommende Fälle abgerechnet. In Leipzig ist, nach den Beobachtungen des Herrn D. Schmiedlein, die mittlere Barometerhöhe 27 Zoll, 7,83 Lin. und die Grenzen der Veränderungen erstrecken sich auf 1 Zoll 3,6 Lin. Dagegen sind nach dem Aequator der Erde zu die Barometerveränderungen weit geringer. Auf der See betragen sie unter der Linie selbst kaum 2 pariser Linien, und zu Quito steht das Barometer auf 18 Zoll 3 Lin. nur mit $1\frac{1}{4}$ Lin. Veränderung.

Auf das Fallen des Quecksilbers im Barometer folgt oft Regen, Sturm, oder überhaupt trübe rauhe Witterung: dahingegen das Steigen desselben oftmals ein heiteres und stilles Wetter verkündigt. Diese Vorhersagungen aber trügen auch sehr oft. Nach Poleni Beobachtungen in Padua sind in 12 Jahren unter 1175 Regen

nur 758 durch das Fallen des Barometers vorherverkündiget worden, und van Swinden in Franecker fand im Jahre 1778 unter den Barometerverkündigungen eben so viele falsch, als wahr. Doch scheint plötzliches Fallen und Steigen des Quecksilbers, das z. B. bey uns in einigen Stunden 3—4 Lin. beträgt, eine fast untrügliche Anzeige einer bevorstehenden Wetterveränderung zu seyn.

Dieser Zusammenhang der Barometerveränderungen mit der Witterung ward bald nach der Erfindung des Barometers entdeckt. Otto von Guericke scheint einer der Ersten gewesen zu seyn, die ihn mit Richtigkeit wahrgenommen haben. Er erkannte aus dem starken Fallen seines Wettermännchens (s. den Art. Anemoskop) im Jahre 1660 eine solche Leichtigkeit der Luft, daß er sogleich sagte, es müsse irgendwo ein großer Sturm gewesen seyn. Nach zwo Stunden erreichte der Sturm Magdeburg. (Exp. de vacuo spatio. L. III. c. 20. pag. 100.)

Pascal hatte zwar diesen Zusammenhang auch entdeckt, aber sich ganz unrichtige Begriffe davon gemacht. Er glaubte (Traité de l' équilibre des liqueurs, p. 153.), das Barometer falle, wenn es hell werden, und steige, wenn es regnen wolle, welches allen Erfahrungen entgegen ist. So leicht es aber wär, die Barometerveränderungen selbst und ihre Verbindung mit der Witterung durch Beobachtungen wahrzunehmen, so schwer ist es den Naturforschern geworden, die Ursache davon zu erklären, und man ist hierüber noch bis jetzt zu keiner entschiedenen Gewißheit gelangt.

De Lüc (Recherches sur les modif. de l' atmosph. To. I. Sect. 1. cap. 3.) hat die Muthmaßungen der Physiker über die Ursachen der Barometerveränderungen ziemlich vollständig gesammlet und scharf geprüft. Er bringt sie in gewisse Classen, nach deren Ordnung ich hier in möglichster Kürze die vornehmsten anführen will. Da einige Naturforscher, nicht mit Unrecht, mehrere Ursachen zugleich angenommen, oder ihre erste Meynung wieder geändert haben, so werden manche Namen mehr als einmal vorkommen.

De Lüc setzt in die erste Classe diejenigen, welche **wirklich vorhandene** physische Ursachen zur Erklärung der Barometerveränderungen anwenden. Die **Vermehrung der Atmosphäre** durch das Aufsteigen der Dünste, und ihre Verminderuug durch das Herabfallen derselben, wird von **Pascal** (a. a. O.), **Beal** und **Wallis** (Phil. Trans. no. 9 et 10.) und von **Garcin** (Journal helvetique, ann. 1734 et 1735.) als die Ursache des Steigens und Fallens im Barometer angesehen. Wenn das Quecksilber falle, sagt Garcin,, regne es schon in einem Theile der zu unserm Orte gehörigen Luftmasse, wodurch die ganze Masse leichter werde. Allein außerdem, daß man die Luftmassen der Atmosphäre nicht in Schranken einschließen kan, ist auch die Menge des Regens, die höchstens an einem Tage auf 1 Zoll steigen kan, gar nicht hinreichend, das Fallen des Quecksilbers zu erklären, welches oft an einem Tage 6 Lin. beträgt, die mit 6 × 14 Lin. oder 7 Zoll Wasser gleichwiegen.

Die **Wärme** haben **Perrier** (*Pascal* Traité de l'équilibre. p. 199.), **Garden** (Phil. Trans. no. 171.), **Halley** (ebend. no. 181.), **le Cat** (Nouv. Magasin François, Dec. 1750.) und **v. Mairan** (Sur les causes des variat. du barom. in Recueil des diss. qui ont remporté le prix de l'acad. de Bordeaux. To. I.) zur Ursache der Barometerveränderungen angenommen, oder sie wenigstens als mitwirkend betrachtet. Sie haben nemlich das Fallen des Quecksilbers der Wärme zugeschrieben. Daß sie unter die mitwirkenden Ursachen beym Fallen gehöre, ist gar nicht zu läugnen. Kalte Nordwinde verursachen jederzeit ein Steigen, und neuere Beobachtungen haben gelehrt, daß bey einem festen Stande des Quecksilbers dasselbe an heißen Mittagen ein wenig sinke, auch der mittlere Barometerstand im Sommer etwas geringer, als im Winter, sey. Allein diese Mitwirkung kann doch nur gering seyn, da der Unterschied der mittlern Barometerhöhen im Sommer und Winter kaum über 1 Lin. steigt, und man oft im heißen Sommer das Quecksilber eben so hoch findet, als es in den kältesten Wintertagen steht.

D. Garden (philos. Trans. n. 171.) nahm die Vermehrung der specifischen Schwere der Luft für die Ursache des Aufsteigens der Dünste und des Steigens der Barometer zugleich an, so wie er aus ihrer Verminderung Herabfallen der Dünste und Fallen des Barometers zugleich herleitete. De Lüc bemerkt, hiebey sey unerklärbar, wie nach seinen und de la Condamine's Beobachtungen die Luft dann am durchsichtigsten seyn könne, wenn das Quecksilber am höchsten steht. Es bleibe auch die Hauptfrage, was denn dasjenige sey, das die specifische Schwere der Luft ändere? Garden muthmaße zwar, in der Luft halte sich noch eine feinere Materie nebst verschiedenen andern flüßigen Materien auf, die sich verschiedentlich mit ihr verbänden, und dadurch ihre Schwere änderten, aber das stütze sich auf keine Beweise. Vielleicht möchten doch die neuern Entdeckungen über die Luftgattungen Beweise hiezu liefern, obgleich die Barometerveränderungen viel zu groß scheinen, um sich daraus allein erklären zu lassen.

Die Winde nimmt Halley (Philos. Trans. no. 181.) zur Hauptursache der Barometer- und Wetterveränderungen an. Gehen entgegengesetzte Winde von einem Orte aus, so wird die Luft daselbst verdünnt, und kan die Dünste nicht mehr erhalten; gehen sie auf einerley Ort zu, so häufen und verdichten sie die Luft, die dann schwerer wird, und die Dünste stärker hält, daher der hohe Stand des Barometers bey hellem und stillem Wetter. Bey starken Winden steht das Quecksilber niedrig, weil sie die Luft wegführen, die nicht gleich wieder ersetzt wird, auch weil die horizontale Bewegung den senkrechten Druck mindert; doch regnet es nicht, weil die Dünste durch den Wind zerstreut, und vom Fallen abgehalten werden; nach dem Winde steigt das Barometer schnell, weil nun der Ersatz der Luft erfolgt. In England steht das Barometer beym Ost- und Nordostwinde am höchsten, weil sich im atlantischen Meere unter 35° Breite stets ein entgegengesetzter Wind findet, der durch sein Zusammenstoßen die Luft über England anhäuft. Bey stillem und kaltem Wetter steht das Quecksilber hoch; denn die Kälte kömmt von Nord- und Nordostwinden,

und wenn es still ist, so werden diese nur von jenem entgegengesetzten Winde aufgehalten; auch wird die Luft durch die Kälte verdichtet. Um den Aequator sind die Barometerveränderungen geringer, weil daselbst die Winde nicht so heftig sind. — Dies ist der Inbegriff der Halleyschen Theorie, gegen welche de Lüc bemerkt, daß Winde, welche Luft wegführen, wohl auch die darinn enthaltnen Dünste mitnehmen würden, daß das Zusammenstoßen zweener entgegengesetzten Winde sehr selten eine Windstille verursachen dürfte, daß der Wind an den Orten, durch die er wehe, die Luft nicht vermindern könne, weil er eben so viel zu- als abführe; vielmehr müsse er sie wegen der Trägheit der ruhenden, durch ihn erst zu bewegenden, Luft noch vermehren u. s. f. Daß die Winde aufs Barometer sowohl, als auf die Witterung, ungemeinen Einfluß haben, läßt sich gar nicht in Zweifel ziehen; die de Lücschen Erinnerungen betreffen auch nur Halleys Erklärung dieses Einflusses.

Zur zweyten Classe zählt de Lüc die Erklärungen, welche sich nicht auf wirklich vorhandene, sondern auf *angenommene* Ursachen beziehen. Eine solche ist die vermeynte *Verminderung des senkrechten Drucks* der Luft, wenn sie bewegt wird, welche *Wallis*, *Halley* und v. *Mairan* zu Hülfe nehmen, um das Fallen des Quecksilbers beym Winde zu erklären. Es ist ganz falsch, daß der senkrechte Druck getragner Körper, wenn sie bewegt werden, schwächer sey und Niemand zweifelt, daß der in der Waagschale gedrehte Kreisel eben so schwer wiege, als der ruhende.

*Wallis*, dessen Meynungen hierüber auf eine seltsame Art durch einander laufen, hat (Phil. Trans. no. 10.) auch die *verstärkte Elasticität* der Luft, sie möchte nun von der Wärme oder andern Ursachen bewirkt werden, als Ursache des Steigens der Barometer angesehen, worinn ihm andere Physiker gefolgt sind. Allein sie verwechseln freye und eingeschloßne Luft. Freye muß sich bey verstärkter Elasticität mehr ausdehnen, mithin verdünnen, specifisch leichter werden, und Fallen des Barometers, nicht

Steigen, bewirken. **Wallis** selbst nimmt in der Folge (Phil. Trans. no. 171.) seine Meynung zurück, und glaubt nun die verstärkte Elasticität wirke gar nicht in den Druck der Luft.

Auch im **Quecksilber** hat man die Ursachen der Barometerveränderungen suchen wollen. **Wallis** meynt (a. a. O.), die im Quecksilber enthaltene Luft und Feuchtigkeit dehne sich im Sommer aus, und treibe es im Barometer höher, ohne daß der Druck der Luft sich ändere; im Winter erfolge das Gegentheil; wenn aber die Feuchtigkeit gefriere, dehne sich das Quecksilber wieder aus. **Lister** (Phil. Trans. no. 165.) erklärt die ganzen Barometerveränderungen aus einem Zusammenziehen des Quecksilbers bey großer Wärme und Kälte, welche Meynung die seltsamste unter allen ist.

**Schwingungen der Lufttheilchen**, durch das Zusammenstoßen der Winde verursacht, nimmt **Gersten** (Diss. Tentamina syst. novi ad mutationes barom. ex natura elateris aërii demonstr. Frf. 1733. 8.) für die Ursache des Fallens im Barometer an. Solche Schwingungen dehnen nach seiner Meynung jede elastische Materie mehr aus oder verdünnen sie. Die Sonne giebt der Atmosphäre eine regelmäßige Bewegung, die in unserm Klima ein Nordostwind ist. Dabey sind keine Schwingungen, und das Barometer steht hoch; Schwingungen aber entstehen, wenn andere Winde mit jenem zusammenstoßen, dann fällt das Barometer. Diese Hypothese ist der Halleyischen gerade entgegengesetzt, nach welcher das Zusammenstoßen der Winde Steigen des Barometers bewirken sollte.

**De la Hire** (Mém. de Paris, 1705.) erklärt die Barometerveränderungen aus dem **Uebergange der Luft** von den südlichen zu den nördlichen Gegenden. Er nimmt an, die Atmosphäre sey unter den Polen weit höher, als unter dem Aequator, daher werde ihre Höhe bey uns durch Nordwinde vergrößert, durch Südwinde vermindert; da nun Südwind auch Regen bringe, so regne es nach dem Fallen des Barometers; man müsse aber nicht stets nach

dem auf der Erdfläche wehenden Winde, sondern nach dem in den obern Regionen schließen. De Lüc erinnert dagegen sehr treffend, da die Winde aus Süden bey uns blos durchgiengen, so könnten sie von der Höhe der Atmosphäre bey uns nichts hinwegnehmen, sie müßten blos diese Höhe um den Aequator vermindern, und also dort größere Barometerveränderungen, als bey uns, verursachen, welches doch der Erfahrung gerade entgegen ist. v. Mairan hat der Erklärung des de la Hire beygestimmt, und diese Ursache als eine mitwirkende angenommen.

Aus der verschiednen Neigung der Winde gegen die Erdfläche leitet Mariotte (Discours de la nature de l'air. 1676.) seine Erklärung her. Nach ihm sollen die Nordwinde von oben herab, die Südwinde nach der Tangente der Erdkugel oder von unten herauf gerichtet seyn, daher jene die untere Luft zusammendrücken, diese mehr auf die obere wirken, so daß sich die untere ausdehne, woraus Steigen und Fallen des Barometers folge. Es ist aber dies eine ganz willkührlich angenommene Behauptung.

Woodward (Hist. natur. telluris. Lond. 1695. 8.) läßt den Stoß der Dünste, die aus seinem großem unterirdischen Wasserbehälter aufsteigen, so mächtig wirken, daß dadurch der Druck der Luft vermindert, und das Fallen des Barometers veranlasset wird. Eben dies behauptet Hamberger (Elem. physices. Ed. tert. Jenae, 1741. 8.), aber nur von denjenigen Dünsten, welche von der Erdfläche aufsteigen. Woodwards Wasserbehälter ist blos chimärisch, und die von der Erdfläche aufsteigenden Dünste möchten wohl zu einer so großen Wirkung des Stoßes zu wenig seyn. Hauptsächlich aber müßte nach diesen Hypothesen das Barometer, ehe es regnete, zuerst beym Aufsteigen der Dünste fallen, dann bey ihrem Stillstehen wieder steigen, und also unmittelbar vor dem Regen gegen alle Erfahrung ein Steigen vorhergehen.

Herr v. Leibnitz hatte durch Versuche, die Wolf (Nützl. Vers. Th. I, C. 8. §. 194.) beschreibt, gefunden daß ein im Wasser fallender Körper während des Falls nicht mit dem Wasser wiege. Er schloß daraus, daß auch

Berge wird also so viel, als im kürzern Schenkel steigt, in den Appendix laufen, und durch die Menge desselben soll der Barometerstand auf dem Berge berechnet werden. Für Beobachtungen in der Tiefe setzt er den Appendix an den längern Schenkel, welche Einrichtung gar nicht auszuführen ist, weil man ein solches Barometer nicht füllen kan, ohne den Appendix mit zu füllen, an welche Schwierigkeit Changeux nicht gedacht zu haben scheint.

In Lichtenbergs Magazin für das Neuste aus der Physik, II. B. 1. St. S. 129. wird noch ein wohleingerichtetes Reisebarometer mit einer Büchse beschrieben, woben die Prinzische Einrichtung angebracht ist, und das Quecksilber durch Herausschraubung eines Stempels in die Röhre gebracht, und darinn verschlossen werden kan.

Zu den Reisebarometern gehören auch die Meerbarometer, bey welchen das beständige Hin und Hergehen der Quecksilberflächen beym Schwanken des Schifs vermieden werden soll. D. Hooks und Amontons obenangeführter Vorschlag, hiezu das Luftthermometer mit einem gewöhnlichen Thermometer zu verbinden, ist von Magellan (Beschreibung neuer Barometer) dadurch verbessert worden, daß er das Instrument mit Quecksilber füllt, und um den Druck dieses Quecksilbers auf die Luft aufzuheben, umkehrt. Er füttet nun dieses Luftthermometer auf ein hölzernes Kästchen, welches das Quecksilber in einem ledernen Beutel enthält, der mit einer Schraube zusammengedrückt werden kan. Mit diesem Quecksilber ist noch eine auf das Kästchen aufgesetzte Glasröhre verbunden, in welcher man vermittelst der Schraube das Quecksilber eben so hoch stellt, als es im Luftthermometer steht. So halten sich beyde Quecksilbersäulen das Gleichgewicht, und der Druck der Atmosphäre auf die Luft in der Kugel wird vom Quecksilber nicht mehr geändert. Noch mehr Verbesserungen hat Luz (§. 177. u. f.) hieben angebracht. Es ist aber die von ihm vorgeschlagne Einrichtung der Scale sowohl für die Barometer, als auch für das dazu gehörige Thermometer, sehr beschwerlich auszuführen.

Von Amontons conischem Barometer, und Passements Vorschlage, die Röhre spiralförmig zu winden, ist schon im Vorigen geredet worden.

Blondeau's bey der französischen Marine eingeführtes Meerbarometer (Lichtenberg Magazin für das Neuste a. d. Physik, I. B. 3. St. S. 80. u. f.) ist Taf. III. Fig. 53. vorgestellt. Es ist das de Lücsche Reisebarometer, nur ganz, selbst bis auf den Hahn g, von Eisen verfertiget. Der Schlüssel des Hahns hat nur ein ganz enges Loch, wird auch nie ganz aufgedrehet. So kan nur wenig Quecksilber auf einmal durch den Hahn gehen, also das Schwanken des Schifs wenig Einfluß haben. Bey a, wo der längere Schenkel aufgeschraubt ist, hat die Schraube auch nur eine enge Oefnung b b, theils um das Schwanken noch mehr zu hindern, theils, damit beym Umkehren das Quecksilber nicht zu schnell von oben herabfalle und Luft in den obern Raum komme. Damit das eingeschlossene Quecksilber den Veränderungen der Wärme besser nachgeben könne (da hier der Hahn von Eisen ist, und nicht, wie der von Kork bey de Lüc, nachgiebt), so wird bey c eine Oefnung angebracht, und bey d mit einer Blase überspannt, gegen welche die Feder e das Kissen f andrückt, welche Einrichtung schon de Lüc gewählt hatte, aber nachher, da er den Hahn von Kork machte, wieder aufgab. Weil beyde Schenkel undurchsichtig sind, so wird auf die Quecksilbersäule im kürzern ein Stück Elfenbein h aufgesetzt, von welchem ein eiserner Drath durch eine enge Oefnung des Deckels i herausgeht. Das Ende k bemerkt durch sein Steigen und Fallen die Veränderungen des Barometers. Weil man die Beobachtungen nur am kurzen Schenkel macht, in welchem die Quecksilbersäule durch die Wärme nicht sehr geändert wird, so hat hier die Wärme wenig Einfluß; genau läßt sich mit diesem Werkzeuge nicht beobachten, da man den Stand im längern Schenkel gar nicht bemerkt; inzwischen scheint es hinreichend zum Gebrauch auf der See zu seyn.

Zum Beschluß dieses langen Artikels will ich noch folgende Zusätze beyfügen.

1) Manche Barometer leuchten, wenn sie im Dunkeln geschüttelt werden. Picard nahm dies zuerst 1676 wahr, und man findet seine, de la Hire's, Joh. Bernoulli's, Hombergs, Mairan's Hypothesen darüber beym de Lüc (Recherches, §. 69. u. f.). Dü Fay glaubte, das Kochen sey ein untrügliches Mittel, alle Barometer leuchtend zu machen: es reinige das Quecksilber von gröberer Luft, und gebe der feinen Materie darinn eine freyere Bewegung. Musschenbroek hielt die Luft für nothwendig zum Leuchten der Barometer. Hawksbee (Phil. Trans. 1708.) nahm endlich das Leuchten mit Recht für eine elektrische Erscheinung an. Unzählige Versuche beweisen, daß das elektrische Licht in sehr verdünnter Luft vorzüglich stark sey; auch weiß man, daß das Reiben des Glases am Quecksilber Elektricität erregt. Daß nicht alle Barometer leuchten, kömmt wahrscheinlich von der Beschaffenheit ihres Glases her. Das Kochen thut hiezu nichts weiter, als daß es den obern Raum mehr luftleer macht. Das Leuchten kan also auch nicht als ein Kennzeichen der Güte eines Barometers angesehen werden.

2) Wenn die torricellische Röhre, in ein auf dem Boden ruhendes Gefäß eingesenkt, gewogen wird, so wiegt die in ihr befindliche Quecksilbersäule mit ihr; die Röhre wird schwerer, wenn das Quecksilber steigt, leichter, wenn es fällt. Manche haben sich darüber verwundert, weil doch die Quecksilbersäule vom Drucke der Luft getragen werde, und also ihr Gewicht verliere. Dies ist auch richtig. Es fällt aber alles Befremdende weg, wenn man bedenkt, daß die Röhre dafür den Druck der auf ihr ruhenden Luftsäule von oben herab zu tragen bekömmt, welcher dem Drucke der Quecksilbersäule gleich ist, und jetzt durch keinen Druck von unten mehr aufgehoben wird. Versuche hierüber führt Wolf (Nützliche Versuche, Th. II. Cap. 3. §. 38.) an, und Morland hat darauf ein sogenanntes Waagbarometer gegründet, von welchem Magellan und Luz (§. 12—14.) reden.

Recherches sur les modifications de l' atmosphère par *Jean André de Luc*. à Geneve. To. I. et II. 1772. gr. 4.

J. A. de Lüc Untersuchungen über die Atmosphäre, aus dem Franz. übers. Leipzig I. Th. 1776. II. Th. 1778. gr. 8.

Fr. Luz Vollständige und auf Erfahrung gegründete Beschreibung von allen sowohl bisher bekannten, als einigen neuen Barometern, Nürnb. u. Leipzig 1783. gr. 8.

**Barometerprobe**, s. Elasticitätszeiger.

**Barometerveränderungen, Steigen und Fallen der Wettergläser**, Variationes barometri, Ascensus et descensus mercurii in tubo Torricelliano, *Variations du baromètre.* So werden die Veränderungen der Höhe des Quecksilbers in einem stillstehenden, oder immer an einerley Orte bleibenden, Barometer genannt, welche man insgemein für Anzeigen der bevorstehenden Witterung annimmt. Eigentlich sind sie blos Anzeigen der stärker oder schwächer gewordenen Elasticität der Atmosphäre; der Schluß hievon auf die Wetterveränderungen ist nie völlig sicher, und findet oft gar nicht statt.

In Frankreich wird die mittlere Barometerhöhe 27½ pariser Zoll angegeben, und der tiefste Stand des Quecksilbers auf 26, der höchste auf 29 Zoll gesetzt; obgleich Brisson (Dict. de phys. art. *Barometre*) versichert, daß sich die Barometerveränderungen in Paris gewöhnlich nicht weiter als von 27 bis 28½ Zoll erstrecken, einige selten vorkommende Fälle abgerechnet. In Leipzig ist, nach den Beobachtungen des Herrn D. Schmiedlein, die mittlere Barometerhöhe 27 Zoll, 7,83 Lin. und die Grenzen der Veränderungen erstrecken sich auf 1 Zoll 3,6 Lin. Dagegen sind nach dem Aequator der Erde zu die Barometerveränderungen weit geringer. Auf der See betragen sie unter der Linie selbst kaum 2 pariser Linien, und zu Quito steht das Barometer auf 18 Zoll 3 Lin. nur mit 1¼ Lin. Veränderung.

Auf das Fallen des Quecksilbers im Barometer folgt oft Regen, Sturm, oder überhaupt trübe rauhe Witterung: dahingegen das Steigen desselben oftmals ein heiteres und stilles Wetter verkündigt. Diese Vorhersagungen aber trügen auch sehr oft. Nach Poleni Beobachtungen in Padua sind in 12 Jahren unter 1175 Regen

nur 758 durch das Fallen des Barometers vorherverkündiget worden, und van Swinden in Franecker fand im Jahre 1778 unter den Barometerverkündigungen eben so viele falsch, als wahr. Doch scheint plötzliches Fallen und Steigen des Quecksilbers, das z. B. bey uns in einigen Stunden 3—4 Lin. beträgt, eine fast untrügliche Anzeige einer bevorstehenden Wetterveränderung zu seyn.

Dieser Zusammenhang der Barometerveränderungen mit der Witterung ward bald nach der Erfindung des Barometers entdeckt. Otto von Guericke scheint einer der Ersten gewesen zu seyn, die ihn mit Richtigkeit wahrgenommen haben. Er erkannte aus dem starken Fallen seines Wettermännchens (s. den Art. Anemoskop) im Jahre 1660 eine solche Leichtigkeit der Luft, daß er sogleich sagte, es müsse irgendwo ein großer Sturm gewesen seyn. Nach zwo Stunden erreichte der Sturm Magdeburg. (Exp. de vacuo spatio. L. III. c. 20. pag. 100.)

Pascal hatte zwar diesen Zusammenhang auch entdeckt, aber sich ganz unrichtige Begriffe davon gemacht. Er glaubte (Traité de l'équilibre des liqueurs, p. 153.), das Barometer falle, wenn es hell werden, und steige, wenn es regnen wolle, welches allen Erfahrungen entgegen ist. So leicht es aber war, die Barometerveränderungen selbst und ihre Verbindung mit der Witterung durch Beobachtungen wahrzunehmen, so schwer ist es den Naturforschern geworden, die Ursache davon zu erklären, und man ist hierüber noch bis jetzt zu keiner entschiedenen Gewißheit gelangt.

De Lüc (Recherches sur les modif. de l'atmosph. To. I. Sect. 1. cap. 3.) hat die Muthmaßungen der Physiker über die Ursachen der Barometerveränderungen ziemlich vollständig gesammlet und scharf geprüft. Er bringt sie in gewisse Classen, nach deren Ordnung ich hier in möglichster Kürze die vornehmsten anführen will. Da einige Naturforscher, nicht mit Unrecht, mehrere Ursachen zugleich angenommen, oder ihre erste Meynung wieder geändert haben, so werden manche Namen mehr als einmal vorkommen.

De Lüc setzt in die erste Classe diejenigen, welche **wirklich vorhandene** physische Ursachen zur Erklärung der Barometerveränderungen anwenden. Die **Vermehrung der Atmosphäre** durch das Aufsteigen der Dünste, und ihre Verminderuug durch das Herabfallen derselben, wird von **Pascal** (a. a. O.), **Beal** und **Wallis** (Phil. Trans. no. 9 et 10.) und von **Garcin** (Journal helvetique, ann. 1734 et 1735.) als die Ursache des Steigens und Fallens im Barometer angesehen. Wenn das Quecksilber falle, sagt Garcin,, regne es schon in einem Theile der zu unserm Orte gehörigen Luftmasse, wodurch die ganze Masse leichter werde. Allein außerdem, daß man die Luftmassen der Atmosphäre nicht in Schranken einschließen kan, ist auch die Menge des Regens, die höchstens an einem Tage auf 1 Zoll steigen kan, gar nicht hinreichend, das Fallen des Quecksilbers zu erklären, welches oft an einem Tage 6 Lin. beträgt, die mit 6 × 14 Lin. oder 7 Zoll Wasser gleichwiegen.

Die **Wärme** haben **Perrier** (*Pascal* Traité de l'équilibre. p. 199.), **Garden** (Phil. Trans. no. 171.), **Halley** (ebend. no. 181.), **le Cat** (Nouv. Magasin François, Dec. 1750.) und **v. Mairan** (Sur les causes des variat. du barom. in Recueil des diss. qui ont remporté le prix de l'acad. de Bordeaux. To. I.) zur Ursache der Barometerveränderungen angenommen, oder sie wenigstens als mitwirkend betrachtet. Sie haben nemlich das **Fallen** des Quecksilbers der Wärme zugeschrieben. Daß sie unter die mitwirkenden Ursachen beym Fallen gehöre, ist gar nicht zu läugnen. Kalte Nordwinde verursachen jederzeit ein Steigen, und neuere Beobachtungen haben gelehrt, daß bey einem festen Stande des Quecksilbers dasselbe an heißen Mittagen ein wenig sinke, auch der mittlere Barometerstand im Sommer etwas geringer, als im Winter, sey. Allein diese Mitwirkung kann doch nur gering seyn, da der Unterschied der mittlern Barometerhöhen im Sommer und Winter kaum über 1 Lin. steigt, und man oft im heißen Sommer das Quecksilber eben so hoch findet, als es in den kältesten Wintertagen steht.

D. Garden (philos. Trans. n. 171.) nahm die Vermehrung der specifischen Schwere der Luft für die Ursache des Aufsteigens der Dünste und des Steigens der Barometer zugleich an, so wie er aus ihrer Verminderung Herabfallen der Dünste und Fallen des Barometers zugleich herleitete. De Lüc bemerkt, hiebey sey unerklärbar, wie nach seinen und de la Condamine's Beobachtungen die Luft dann am durchsichtigsten seyn könne, wenn das Quecksilber am höchsten steht. Es bleibe auch die Hauptfrage, was denn dasjenige sey, das die specifische Schwere der Luft ändere? Garden muthmaße zwar, in der Luft halte sich noch eine feinere Materie nebst verschiedenen andern flüßigen Materien auf, die sich verschiedentlich mit ihr verbänden, und dadurch ihre Schwere änderten, aber das stütze sich auf keine Beweise. Vielleicht möchten doch die neuern Entdeckungen über die Luftgattungen Beweise hiezu liefern, obgleich die Barometerveränderungen viel zu groß scheinen, um sich daraus allein erklären zu lassen.

Die Winde nimmt Halley (Philos. Trans. no. 181.) zur Hauptursache der Barometer- und Wetterveränderungen an. Gehen entgegengesetzte Winde von einem Orte aus, so wird die Luft daselbst verdünnt, und kan die Dünste nicht mehr erhalten; gehen sie auf einerley Ort zu, so häufen und verdichten sie die Luft, die dann schwerer wird, und die Dünste stärker hält, daher der hohe Stand des Barometers bey hellem und stillem Wetter. Bey starken Winden steht das Quecksilber niedrig, weil sie die Luft wegführen, die nicht gleich wieder ersetzt wird, auch weil die horizontale Bewegung den senkrechten Druck mindert; doch regnet es nicht, weil die Dünste durch den Wind zerstreut, und vom Fallen abgehalten werden; nach dem Winde steigt das Barometer schnell, weil nun der Ersatz der Luft erfolgt. In England steht das Barometer beym Ost- und Nordostwinde am höchsten, weil sich im atlantischen Meere unter 35° Breite stets ein entgegengesetzter Wind findet, der durch sein Zusammenstoßen die Luft über England anhäuft. Bey stillem und kaltem Wetter steht das Quecksilber hoch; denn die Kälte kömmt von Nord- und Nordostwinden,

und wenn es still ist, so werden diese nur von jenem entgegengesetzten Winde aufgehalten; auch wird die Luft durch die Kälte verdichtet. Um den Aequator sind die Barometerveränderungen geringer, weil daselbst die Winde nicht so heftig sind. — Dies ist der Inbegriff der Halleyschen Theorie, gegen welche de Lüc bemerkt, daß Winde, welche Luft wegführen, wohl auch die darinn enthaltnen Dünste mitnehmen würden, daß das Zusammenstoßen zweener entgegengesetzten Winde sehr selten eine Windstille verursachen dürfte, daß der Wind an den Orten, durch die er wehe, die Luft nicht vermindern könne, weil er eben so viel zu- als abführe; vielmehr müsse er sie wegen der Trägheit der ruhenden, durch ihn erst zu bewegenden, Luft noch vermehren u. s. f. Daß die Winde aufs Barometer sowohl, als auf die Witterung, ungemeinen Einfluß haben, läßt sich gar nicht in Zweifel ziehen; die de Lücschen Erinnerungen betreffen auch nur Halleys Erklärung dieses Einflusses.

Zur zweyten Classe zählt de Lüc die Erklärungen, welche sich nicht auf wirklich vorhandene, sondern auf **angenommene** Ursachen beziehen. Eine solche ist die vermeynte **Verminderung des senkrechten Drucks** der Luft, wenn sie bewegt wird, welche **Wallis**, **Halley** und **v. Mairan** zu Hülfe nehmen, um das Fallen des Quecksilbers beym Winde zu erklären. Es ist ganz falsch, daß der senkrechte Druck getragner Körper, wenn sie bewegt werden, schwächer sey und Niemand zweifelt, daß der in der Waagschale gedrehte Kreisel eben so schwer wiege, als der ruhende.

**Wallis**, dessen Meynungen hierüber auf eine seltsame Art durch einander laufen, hat (Phil. Trans. no. 10.) auch die **verstärkte Elasticität** der Luft, sie möchte nun von der Wärme oder andern Ursachen bewirkt werden, als Ursache des Steigens der Barometer angesehen, worinn ihm andere Physiker gefolgt sind. Allein sie verwechseln freye und eingeschloßne Luft. Freye muß sich bey verstärkter Elasticität mehr ausdehnen, mithin verdünnen, specifisch leichter werden, und Fallen des Barometers, nicht

Steigen, bewirken. **Wallis** selbst nimmt in der Folge (Phil. Trans. no. 171.) seine Meynung zurück, und glaubt nun die verstärkte Elasticität wirke gar nicht in den Druck der Luft.

Auch im **Quecksilber** hat man die Ursachen der Barometerveränderungen suchen wollen. **Wallis** meynt (a. a. O.), die im Quecksilber enthaltene Luft und Feuchtigkeit dehne sich im Sommer aus, und treibe es im Barometer höher, ohne daß der Druck der Luft sich ändere; im Winter erfolge das Gegentheil; wenn aber die Feuchtigkeit gefriere, dehne sich das Quecksilber wieder aus. **Lister** (Phil. Trans. no. 165.) erklärt die ganzen Barometerveränderungen aus einem Zusammenziehen des Quecksilbers bey großer Wärme und Kälte, welche Meynung die seltsamste unter allen ist.

**Schwingungen der Lufttheilchen**, durch das Zusammenstoßen der Winde verursacht, nimmt **Gersten** (Diss. Tentamina syst. novi ad mutationes barom. ex natura elateris aërii demonstr. Frf. 1733. 8.) für die Ursache des Fallens im Barometer an. Solche Schwingungen dehnen nach seiner Meynung jede elastische Materie mehr aus oder verdünnen sie. Die Sonne giebt der Atmosphäre eine regelmäßige Bewegung, die in unserm Klima ein Nordostwind ist. Dabey sind keine Schwingungen, und das Barometer steht hoch; Schwingungen aber entstehen, wenn andere Winde mit jenem zusammenstoßen, dann fällt das Barometer. Diese Hypothese ist der Halleyischen gerade entgegengesetzt, nach welcher das Zusammenstoßen der Winde Steigen des Barometers bewirken sollte.

**De la Hire** (Mém. de Paris, 1705.) erklärt die Barometerveränderungen aus dem **Uebergange der Luft** von den südlichen zu den nördlichen Gegenden. Er nimmt an, die Atmosphäre sey unter den Polen weit höher, als unter dem Aequator, daher werde ihre Höhe bey uns durch Nordwinde vergrößert, durch Südwinde vermindert; da nun Südwind auch Regen bringe, so regne es nach dem Fallen des Barometers; man müsse aber nicht stets nach

dem auf der Erdfläche wehenden Winde, sondern nach dem in den obern Regionen schließen. De Lüc erinnert dagegen sehr treffend, da die Winde aus Süden bey uns blos durchgiengen, so könnten sie von der Höhe der Atmosphäre bey uns nichts hinwegnehmen, sie müßten blos diese Höhe um den Aequator vermindern, und also dort größere Barometerveränderungen, als bey uns, verursachen, welches doch der Erfahrung gerade entgegen ist. v. **Mairan** hat der Erklärung des **de la Hire** beygestimmt, und diese Ursache als eine mitwirkende angenommen.

Aus der verschiednen **Neigung der Winde** gegen die Erdfläche leitet **Mariotte** (Discours de la nature de l'air. 1676.) seine Erklärung her. Nach ihm sollen die Nordwinde von oben herab, die Südwinde nach der Tangente der Erdkugel oder von unten herauf gerichtet seyn, daher jene die untere Luft zusammendrücken, diese mehr auf die obere wirken, so daß sich die untere ausdehne, woraus Steigen und Fallen des Barometers folge. Es ist aber dies eine ganz willkührlich angenommene Behauptung.

**Woodward** (Hist. natur. telluris. Lond. 1695. 8.) läßt den **Stoß der Dünste**, die aus seinem großem unterirdischen Wasserbehälter aufsteigen, so mächtig wirken, daß dadurch der Druck der Luft vermindert, und das Fallen des Barometers veranlasset wird. Eben dies behauptet **Hamberger** (Elem. physices. Ed. tert. Jenae, 1741. 8.), aber nur von denjenigen Dünsten, welche von der Erdfläche aufsteigen. Woodwards Wasserbehälter ist blos chimärisch, und die von der Erdfläche aufsteigenden Dünste möchten wohl zu einer so großen Wirkung des Stoßes zu wenig seyn. Hauptsächlich aber müßte nach diesen Hypothesen das Barometer, ehe es regnete, zuerst beym Aufsteigen der Dünste fallen, dann bey ihrem Stillstehen wieder steigen, und also unmittelbar vor dem Regen gegen alle Erfahrung ein Steigen vorhergehen.

**Herr v. Leibnitz** hatte durch Versuche, die **Wolf** (Nützl. Vers. Th. I. C. 8. §. 194.) beschreibt, gefunden daß ein im Wasser fallender Körper während des Falls nicht mit dem Wasser wiege. Er schloß daraus, daß auch

der fallende Regen nicht mit der Luft wiege, und daß das Quecksilber im Barometer sinken müsse, sobald die Wassertheilchen in den obern Regionen niederzufallen anfiengen. Allein außer vielen theoretischen Einwendungen, die dieser Erklärung entgegenstehen, entkräftet sie schon dies, daß die Menge des herabfallenden Regens viel zu gering ist, als daß man die ganzen Barometerveränderungen aus ihr erklären könnte.

Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Sect. X.) glaubt, die zunehmende unterirdische Wärme treibe Luft aus den Höhlen der Erde, dadurch werde die Atmosphäre vermehrt, und das Barometer steige ꝛc. Allein die unterirdische Temperatur bleibt sich ziemlich gleich, wir bemerken keine so gewaltsamen aus der Erde kommenden Luftströme, und die Erfahrung lehrt, daß das Barometer vielmehr bey zunehmender Wärme falle.

De Lüc selbst (Recherches, To. II. Sect. IV. chap. 9.) gründet seine Erklärung der Barometerveränderungen auf den Satz, daß die Dünste specifisch leichter, als die Luft, sind, welchen er weitläufig erweiset, s. Dünste. Wenn diese Dünste, sagt er, in der Luft aufsteigen, so tragen sie zwar durch ihr Gewicht etwas zur Vermehrung des Drucks der Atmosphäre bey, wodurch der Stand des Barometers etwa um 1 Lin. könnte erhöhet werden: allein sie vertreiben dagegen aus den Stellen, welche sie einnehmen, die weit schwerere Luft, welche ihnen ausweichen und in andere Gegenden übergehen muß; daher wird eine mit Dünsten angefüllte Luftsäule jederzeit leichter, als reine Luft, seyn, und das Fallen des Barometers ist eine Folge der Anhäufung der Dünste, wovon auch der Regen eine Folge ist. Fallen die Dünste herab, so kömmt die schwerere reine Luft zurück, und das Barometer steigt mit der Rückkehr des heitern Wetters. Dieses System, welches sich durch seine Simplicität sehr empfiehlt, erklärt doch nicht, warum bisweilen auf ein starkes Fallen des Barometers nicht der geringste Regen oder Sturm folgt; ingleichen, warum unter dem Aequator die Barometerveränderungen fast gänzlich wegfallen, da doch das Aufsteigen

der Dünste und die Beschaffenheit des Wetters daselbst ebenfalls abwechselnd ist. Endlich hat de Saussure (Essais sur l' hygrometrie, Essai IV. Ch. 3.) durch Versuche gefunden, daß die specifische Schwere der reinen trocknen Luft sich zur Schwere der mit Feuchtigkeit völlig gesättigten nur wie 765 : 761 verhalte, daß also das Aufsteigen der Dünste, selbst wenn die Luft völlig damit gesättiget würde, die specifische Schwere nicht mehr, als um $\frac{1}{765}$ vermindern, also kaum 2 Lin. Quecksilberfall bewirken könne, da sich doch die Barometerveränderungen bey uns auf 22 Lin. und gegen Norden noch weiter erstrecken.

Nach Hrn. de Saussure Nachrichten hat Pignotti in seinen Congetture meteorologiche gemuthmaßet, die phlogistischen Dämpfe und Gasarten machten die Luft leichter, und verminderten zugleich ihre auflösende Kraft gegen die Feuchtigkeit; daher sey die Menge phlogistischer Dünste Ursache des Fallens im Barometer und des Regens zugleich. De S. aber (Essai II. ch. 3 et 9.) fand durch Versuche, daß phlogistische Dämpfe nicht die geringste Feuchtigkeit aus der Luft niederschlagen, und daß die brennbare Luft die Dünste eben so gut, als die gemeine, auflöset.

Dem **Monde** haben **Kratzenstein** (Abhdl. vom Einflusse des Monds in die Witterung ꝛc. Halle, 1746, 1771. 8.) und **Toaldo** (Saggio meteorologico, Padova 1770. gr. 4.) Einflüsse in die Barometerveränderungen und die Witterung zugeschrieben. Da er Ebbe und Fluth verursacht, so ist leicht begreiflich, daß er auch in der Atmosphäre Aenderungen hervorbringen kan. Toaldo will durch vierzigjährige Beobachtungen gefunden haben, daß die Neumonde, besonders in der Erdnähe, niedrigen Barometerstand und Sturm mit sich bringen. Allein die Veränderungen des Barometers und der Witterung müßten regelmäßiger erfolgen, wenn der Mond ihre erste und vornehmste Ursache wäre.

Herr de Saussure (Essai IV. ch. 3.) wagt es nicht, eine bestimmte Ursache der Barometerveränderungen anzugeben. Eine gute Hypothese über dieselben, sagt er,

müsse vornehmlich den Umstand erklären, warum sie unter dem Aequator fast wegfallen, gegen die Pole aber so groß werden. Nun sey unter dem Aequator die Temperatur einförmiger und der Wind regelmäßiger, auch die Abnahme der Wärme von unten nach oben zu langsamer, als bey uns, daher dort nicht so viel Abwechselung in der Wärme und Kälte der verschiedenen Luftschichten statt finde. Wärme und Winde scheinen ihm daher die vornehmsten Ursachen der Barometerveränderungen zu seyn. Den chymischen Veränderungen der Luft schreibt er wenig Einfluß zu, weil sie gerade unter dem Aequator am stärksten sind. Die Wärme würde schon an sich hinreichend seyn, Alles zu erklären, da eine Zunahme derselben um 16 reaumürische Grade das Quecksilber beym Barometerstande von 27 Zoll um 22 Lin. fallen mache. Allein diese großen Aenderungen der Wärme beträfen nur die untersten Schichten, und erstreckten sich auf große Weiten, hinderten also die Abnahme der Luftsäulen, die dabey gleich viel Masse behielten, und blos länger oder kürzer würden. Daher könne die Wärme nur dann stark aufs Barometer wirken, wenn sie durch eine Localursache blos auf eine einzige Luftsäule geleitet werde. Eine solche Ursache seyen die bey uns fast immer localen Winde, die auch die Wärme auf weit größere Höhen änderten, als die Sonnenstralen, und überdies auch mechanischen Einfluß auf Zusammendrückung und Ausdehnung der Luft hätten, auch in den obern Gegenden weit heftiger wirkten, als man insgemein glaube. Den Zusammenhang der Wärme und der Winde mit der Witterung erklärt er auf folgende Art. Im Winter bringen Süd- und Südwestwinde zugleich warme und feuchte Luft; daher sie zugleich Barometerfall und Regen nach sich ziehen. Im Sommer kühlen Südwinde nur, wenn sie mit Regen begleitet sind, der die Temperatur der obern Regionen herabbringt. Winde, welche Kälte bringen, sind bey uns gemeiniglich sehr trocken; sind sie feucht, so kömmt Regen, obgleich das Barometer steigt. Eben so sind die Südwinde insgemein feucht; sind sie trocken, so bleibt der Himmel heiter, wenn gleich das Barometer fällt, woraus

die Unzuverlässigkeit der Barometerprophezeihungen erhellet. Er erklärt endlich, daß er den Einfluß der Dünste, der chymischen Veränderungen der Luft und anderer Ursachen nicht läugne, auch glaube, daß man noch eine neue bisher unbekannte Ursache der Barometerveränderungen entdecken könne.

Diese Ungewißheit eines einsichtsvollen Naturforschers, der so lange in diesem Fache selbst gearbeitet, und alle Behauptungen seiner Vorgänger geprüft hatte, zeigt wohl, daß wir nicht glauben dürfen, von der Ursache der Barometerveränderungen und ihrem Zusammenhange mit der Witterung etwas Zuverläßiges zu wissen, obgleich das Barometer schon seit mehr als hundert Jahren von so vielen Gelehrten und Ungelehrten als ein Witterungsorakel gebraucht und so mancherley darüber nachgedacht und gesagt worden ist. Dies sey ein Beyspiel unsers Wissens!

*de Luc* Recherches sur les modifications de l' atmosphère, To. I. Sect. I. chap. 3. To II. Sect.

*de Saussure* Essais sur l' hygrometrie, Essai IV. chap. 3.

**Barometrograph**, s. Barometer, unter dem Abschnitte: Methode zu beobachten u. s. w.

**Baroscop**, s. Barometer.

**Basalt**, s. Vulkanische Produkte.

**Batterie, elektrische**, Suggestus, phialis Leidensibus pluribus una explodentibus, *Batterie electrique.* Eine zur elektrischen Geräthschaft gehörige Verbindung von mehrern Leidner Flaschen, Glastafeln oder andern belegten elektrischen Körpern, welche man auf einmal laden und entladen, und dadurch elektrische Schläge von ungemeiner Heftigkeit hervorbringen kan, s. die Art. Flasche, geladene; Schlag elektrischer.

Gralath in Danzig verband zuerst, bald nach Entdeckung des Leidner Versuchs, mehrere mit Wasser gefüllte Distillirkolben, um den elektrischen Schlag mehr zu verstärken. Franklin (Brief von der Elektricität, übers. v. Wilke, Leipzig 1758. 8. S. 36.) setzte eilf viereckichte Glastafeln in ähnlicher Absicht zusammen, und gab dieser

Einrichtung den Namen der elektrischen Batterie, der seitdem allen dergleichen Verbindungen von belegten Flaschen oder Tafeln rc. eigen geblieben ist.

Taf. IV. Fig. 54. zeigt eine solche Batterie von sechszehn mit Stanniol belegten Flaschen. Jede Flasche ist mit einem Korkdeckel verschlossen, durch welchen ein mit ihrer innern Seite verbundener Drath oder messingener Stab hervorgeht, der oben rund um den Drath EE gebogen, oder an denselben angelöthet ist. Jeder Drath EE verbindet so die innern Seiten von vier Flaschen, und hat an jedem Ende einen Knopf. Durch die Dräthe FFF, die sich nach Gefallen auf eine oder die andere Seite schlagen lassen, können die innern Seiten von acht, zwölf, oder allen sechszehn Flaschen mit einander verbunden werden. Denn da jeder Drath F sich um den Drath E, der durch seinen Ring geht, bewegen läßt, so kan man ihn leicht aufheben und auf den entgegengesetzten Drath E auflegen, wodurch sich die Verbindung jeder Reihe von Flaschen mit der nebenstehenden nach Gefallen aufheben und wiederherstellen läßt.

Der viereckichte Kasten, worinn diese Flaschen stehen, ist von Holz, und auf dem Boden mit Bley oder Stanniol überlegt; er hat an zwoen einander gegenüberstehenden Seiten zwo Handhaben, an welchen man ihn von einem Orte zum andern tragen kan. In der einen Seite ist ein Loch, durch welches ein eiserner Haken geht, der mit der metallischen Belegung des Bodens, und also mit der auswendigen Belegung der Flaschen verbunden ist. An diesem Haken hängt ein Drath, der mit dem andern Ende an den Auslader befestiget wird, s. Auslader.

Man bestimmt die Größe einer Batterie nach der Größe der belegten Glasfläche, welche die zu ihr gehörigen Flaschen enthalten, weil sich die Stärke ihres Schlags unter übrigens gleichen Umständen nach dieser Fläche richtet. Hat z. B. jede Flasche ¾ Quadratschuh belegte Glasfläche, so wird die beschriebene Batterie von sechszehn Flaschen eine Batterie von zwölf Quadratschuhen genannt. Eine solche gehört, in Vergleichung mit andern jetzt gebräuchlichen,

noch unter die kleinen, und ist für manche Versuche viel zu schwach. Zum Schmelzen eines Draths von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke, erfordert Cavallo eine Batterie von wenigstens dreyßig Quadratschuhen. Er räth aber, lieber zwo, drey oder mehr kleinere, wie sie die Figur vorstellt, anzulegen, als eine einzige sehr große zu verfertigen, welche schwer und unbequem sey. Man kan mehrere Batterien leicht durch einen Drath oder eine Kette vereinigen, wobey sie dann in aller Absicht, wie eine einzige große, wirken.

Zu den Flaschen großer Batterien muß man stärkeres und wohl abgekühltes Glas wählen; cylindrische Flaschen von 15 Zoll Höhe und 4—5 Zoll Durchmesser sind die schicklichsten; zu kleinern Batterien von 8—9 Quadratschuhen dienen schon gewöhnliche Apothekergläser, die etwa ein oder ein halbes Nößel halten.

Die Batterien werden eben so, wie einzelne Flaschen, geladen und entladen; doch thut beym Laden ein kleiner erster Leiter bessere Dienste, als ein großer, weil er nicht so viel Elektricität, als der größere, zerstreut. Die Entladung einer Batterie muß mit der äußersten Behutsamkeit geschehen: wenn Versehen bey andern Versuchen blos unangenehm sind, so können sie hier noch überdies von unglücklichen Folgen für die Umstehenden seyn. Man bedient sich zur Entladung der Batterien stets eines Ausladers, und es ist hiezu besonders der unter dem Worte Auslader beschriebene allgemeine des Henly brauchbar. Er verschaft die Bequemlichkeit, den Schlag einer Batterie durch oder über jeden Körper gehen zu lassen, den man in die zwischen beyden Seiten der Flaschen gemachte Verbindung gebracht hat. In vielen Fällen ist auch der gemeine in der Figur mit vorgestellte Auslader dazu hinreichend.

Durch den Schlag einer starken Batterie werden Dräthe von 2—3 Zoll Dicke glühend gemacht, Dräthe von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke in Klümpchen geschmolzen und zum Theil in Dämpfe aufgelöset, durch Gewichte gespannte Dräthe verlängert, durch ein Buch Papier oder ein Spiel Karten Löcher geschlagen, wobey jedes Blatt von der Mitte aus durchbohrt wird, daß sich die Ränder des Lochs gegen die

anliegenden Blätter herausbeugen, als ob der Schlag aus jeden Blattes Mitte ausgebrochen wäre. Man kan dadurch Thiere tödten, stählerne Nadeln magnetisch machen, Magnetnadeln ihre Polarität benehmen, oder bisweilen ihre Pole umkehren, ein Metallblättchen, das zwischen zwo Glasplatten zusammengedrückt wird, so ins Glas einschmelzen, daß es weder durch mechanische noch durch chymische Mittel von demselben getrennt werden kan, und überhaupt die stärksten Wirkungen der Elektricität hervorbringen.

Die Wirkungen einer Batterie werden noch ansehnlich verstärkt, wenn die zur Entladung dienende Verbindung hin und wieder durch unvollkommne Leiter unterbrochen wird, z. B. durch Stücke trocknen Holzes, durch Glasröhren oder Oefnungen in Glasplatten, die man inwendig durch einige Tropfen Wasser feucht erhält u.s.w.

Cavallo vollständige Abhdl. von der Elektricität, II. Th. 3 und 11 Cap.

Adams Versuch über die Elektricität, aus dem Engl. Leipzig 1785. gr. 8. Cap. 8.

**Beatification**, Apotheosis electrica, *Beatification*. Wenn man einen auf Glas oder Pech isolirten Menschen mit einer starken Elektrisirmaschine verbindet, und sein Haupt mit metallischen Spitzen umringt, so bildet das Ausströmen derselben im Dunkeln eine leuchtende Glorie. Diesen angenehmen, übrigens aber leicht zu erklärenden Versuch nannte sein Erfinder, Georg Matthias Bose, Prof. zu Wittenberg, die elektrische Beatification oder Apotheose.

Bose hatte Beschreibungen dieses Versuchs nach England und Frankreich gesandt, in welchen der Umstand, daß er einen Helm mit metallischen Spitzen hiebey gebrauche, verschwiegen war. Man verstand ihn natürlich so, als ob das Ausströmen von selbst erfolgen sollte, und ließ sich dadurch zu vielen kostbaren und doch fruchtlosen Versuchen verleiten, bis er sich endlich gegen Watson deutlicher darüber erklärte, da man denn fand, daß die so geheimnißvoll behandelte Sache auf das längst bekannte

Ausströmen der Elektricität aus metallnen Spitzen hinauslaufe. Poncelet (La nature dans la formation du tonnere, Paris 1766. 8.) will doch an einem Menschen mit kurzen Haaren die Beatification ohne metallene Spitzen bewirkt haben.

Priestley Gesch. der Elektricität, übers. v. Krünitz, Berlin u. Stralf. 1772. 4. S. 101.

**Bedeckungen der Gestirne**, Occultationes, *Occultations.* So heißen in der Sternkunde diejenigen Himmelsbegebenheiten, bey welchen ein Gestirn durch das Vortreten eines andern unsern Augen ganz oder zum Theil entzogen wird. Sonnenfinsternisse sind Bedeckungen der Sonne durch den Mond. Ueberhaupt verursacht der Mond wegen seiner beträchtlichen scheinbaren Größe und seines schnellen Laufs die meisten Bedeckungen der Planeten und der im Thierkreise stehenden Fixsterne. Bedeckungen der Planeten unter einander selbst sind von äußerster Seltenheit, und diejenigen, welche von ältern Astronomen, z. B. Kepler (Astron. pars optica, p. 305.), angeführt werden, fallen vor die Zeiten der Entdeckung des Fernrohrs, und sind allem Vermuthen nach nur nahe Zusammenkünfte gewesen. Man hat sonst die Ordnung der Weltkörper aus ihnen gefolgert, z. B. daß Mars uns näher als Jupiter sey, weil jener diesen bedeckt habe u. s. w. Aber es würde um unsere Kenntnisse von dieser Ordnung schlecht stehen, wenn sie sich blos auf diese Beobachtungen gründeten; da das bloße Auge kaum hätte entscheiden können, ob Mars den Jupiter oder dieser jenen bedecke. Eine wirkliche Bedeckung des Merkurs durch die Venus ward den 17 May 1737 beobachtet (Phil. Trans. no. 450.).

Die Bedeckungen der Fixsterne und Planeten durch den Mond werden von den Astronomen sorgfältig beobachtet, und zu genauern Bestimmungen des Mondlaufs und der geographischen Lage der Beobachtungsorte genützt.

**Bedeckungen**, der Gläser in optischen Werkzeugen, s. Blendung.

**Belegung**, s. Flasche, geladene.

**Beobachtung,** Observatio, *Observation.* Erfahrungen, welche wir vermittelst unserer Sinne an den Körpern anstellen, heißen Beobachtungen, wenn wir dabey die Körper nur blos in dem Zustande betrachten, in welchem sie sich von selbst und ohne unser Zuthun befinden. Versetzen wir sie in einen andern Zustand, um zu sehen, wie sie sich dabey verhalten werden, so heißen solche Unternehmungen Versuche. So ist die Wahrnehmung, daß die Körper drücken oder schwer sind, eine Beobachtung; die Wahrnehmung, daß sie, unter Wasser versenkt, weniger drücken, ein Versuch.

Auf unsern Erfahrungen über die Körper, also auf Beobachtungen und Versuchen beruht alles, was wir von ihnen wissen, s. Erfahrung. Die Kunst, Beobachtungen anzustellen, zu beschreiben und gehörig zu gebrauchen, ist daher für den Naturforscher äußerst wichtig. Sie hat zum Endzwecke, die Eigenschaften und Wirkungen der Körper, so wie sie sich in der Natur selbst darstellen, genau zu bemerken, und ihre Verhältnisse zu erfahren, damit man nachher von dem Verhältnisse und der Beschaffenheit der Wirkungen auf das Verhältniß und die Natur der Ursachen so sicher, als möglich, schließen könne.

Obgleich dem Experimentator ein unendlich weiteres Feld, als dem bloßen Beobachter, offen steht, so ist doch nicht zu läugnen, daß die Beobachtungen in vielen Stükken entschiedne Vorzüge vor den Versuchen voraus haben. Der Beobachter sieht die Wirkungen der Natur selbst, der Experimentator nur das Resultat seiner Verbindungen; die Beobachtung entdeckt die Wahrheit durch bekannte Mittel, der Versuch spürt ihr oft durch Mittel nach, deren Wirksamkeit unbekannt oder zweydeutig ist. Die Methode der Beobachtung ist leichter und einfacher, als die der Versuche, und oft klärt sich eine Wirkung, an sich untersucht, weit besser auf, als wenn man sie künstlich mit andern verbindet, aus welchen man sie nachher wieder herauswickeln muß. Vielleicht hätten die Physiker, wenn sie sich mehr auf einfache Beobachtung eingeschränkt hätten, weniger

Kunstwörter, aber desto mehr Sachen gelernt. Uebel angestellte Versuche haben oft die lächerlichsten Systeme erzeugt; aber durch die Beobachtung geleitet, entdeckte Newton seine erhabnen Theorien. Oft sind Begriffe, die man aus Versuchen erlangt, unvollkommen, stehen im Verhältnisse mit den getroffenen Veranstaltungen, und hängen von den Kenntnissen dessen ab, der die Versuche ersonnen hat. Endlich ist es fast immer mißlich, nach den im Kleinen angestellten Versuchen die großen Wirkungen der Natur zu beurtheilen, und was die Natur wirklich thut oder hervorbringt, wird man nie anders, als auf dem Wege der Beobachtung finden. Man muß aber nie vergessen, daß Beobachten und Experimentiren beyde nothwendig sind, um das, was die Erfahrung überhaupt lehren kan, vollständig zu machen. Die Beobachtung läßt Lücken, welche die Versuche ausfüllen müssen, und die Versuche lehren Sätze, die nur dann erst gewiß werden, wenn sie die Vergleichung mit den Beobachtungen aushalten.

Die Eigenschaften eines guten Beobachters hat Senebier im ersten Theile seines unten angeführten Werks aus einander gesetzt. Er erfordert von ihm hauptsächlich Genie und wissenschaftliche Kenntnisse, aber auch einen hinlänglichen Grad von philosophischem Scepticismus, der ihn theils gegen das allzugroße Vertrauen auf sich selbst wafne, welches Genie und Gelehrsamkeit so leicht einzuflößen pflegen, theils auch ihn abhalte, sich durch irgend ein Vorurtheil des Ansehens ꝛc. blenden zu lassen. Er muß insbesondere ein Kenner der Mathematik, und durch sie an feste Verbindung von Begriffen und Schlüssen gewöhnt seyn; er muß die Verhältnisse in den beobachteten Gegenständen genau zu bestimmen wissen, obgleich oft die allzufrühe Anwendung mathematischer Berechnung auf Grundsätze, die noch nicht genug geprüft sind, schädlich seyn kan, indem der getäuschte Mathematiker den Irrthum durch den verführerischen Schein der Wahrheit nur noch mehr befestiget. Die Berechnung nützt nur dann, wenn die genaue Beobachtung nicht nur die Data hergiebt, sondern auch die Resultate bekräftiget. Endlich muß der Beobachter in

allen den wichtigen kleinen Umständen erfahren seyn, welche mit der Materie, die ihn beschäftiget, mit den Werkzeugen und der besondern Behandlung derselben in Verbindung stehen, und sich durch Uebung und Wiederholung der guten Beobachtungen großer Männer eine praktische Geschicklichkeit im Beobachten erworben haben. Weder allzulebhafte, noch allzuträge Köpfe können vorzüglichen Anspruch auf Talente zur Beobachtung machen. Jene sehen alles mit einem Blicke, und halten für handgreiflich, was kaum wahrscheinlich ist; diese verlieren Zeit und Gelegenheit über allzulangen Zweifeln, trauen ihren eignen Wahrnehmungen nicht, fürchten die Mühe, und können besser Schiedsrichter bey fremden Beobachtungen, als selbst Beobachter seyn.

Beym Beobachten selbst muß man sich den Weg durch eine gute Methode zu verkürzen suchen, große und zusammengesetzte Gegenstände in Theile zerlegen, und unter diesen diejenigen auszuwählen wissen, an deren Ergründung das meiste gelegen ist. So verfuhr Newton bey seinen Beobachtungen über das Licht, wobey er bald die verschiedne Brechbarkeit der Stralen für den Umstand erkannte, der der Untersuchung vor andern würdig sey. Eine gute Methode führt oft zu Entdeckungen, die man sonst nicht gemacht hätte, leitet auf die Mittel, das zu erkennen, was man sucht, und sichert für der Gefahr, etwas Wichtiges zu übersehen. Die besten Beobachter haben sich im Anfange ihrer Untersuchungen methodisch geordnete Fragen vorgelegt, und nach diesen den Plan zu ihren Beobachtungen entworfen.

Der Beobachter muß ferner die Beschaffenheit seiner sinnlichen Werkzeuge, z. B. die Güte seiner Augen, die Entfernung, in der er deutlich sieht rc. genau kennen, so wie die Mittel, sie auf die vortheilhafteste Art zu brauchen, die günstigsten Zeitpunkte für dieselben, und die Hindernisse, die ihrer Vollkommenheit entgegenstehen. Das Zeugniß gut beschaffener und geübter Sinne führt selten in Irrthum, wenn anders der Beobachter die Theorie des Sinns wohl kennt, und weiß, wie er über die Empfin-

dungen, die er durch ihn erhält, richtig urtheilen soll. Noch mehr Stärke erhält das Zeugniß der Sinne, wenn mehrere Personen zugleich das Nemliche beobachten. Viele Stoffe lassen sich auch durch mehrere Sinne empfinden, so wie z. B. die Elektricität auf Gesicht, Gehör, Gefühl und Geruch zugleich wirken kan. Die meisten und wichtigsten Beobachtungen aber werden allerdings durch das Gesicht angestellt.

Der Unvolkommenheit der Sinne müssen die **Werkzeuge** zu Hülfe kommen. Diese verstärken entweder die Sinne, wie die Fernröhre und Vergrößerungsgläser, oder sie messen Größen ab, von welchen uns die Sinne nur dunkle und unbestimmte Begriffe geben, wie die Winkelmesser, Quadranten, Penduln, Uhren, Barometer, Thermometer u. s. w. Die Werkzeuge des Beobachters müssen so gut und vollkommen, als möglich, seyn; schlechte Werkzeuge widersprechen der Natur, und stürzen in desto gefährlichere Irrthümer, je mehr man ihnen trauet. Man muß daher seine Werkzeuge aufs genauste zu kennen, und den Gebrauch, den man von ihnen macht, nach dieser Kenntniß einzurichten suchen. Auch beschreiben gute Beobachter, um Vertrauen in ihre Wahrnehmungen einzuflößen, ihre Werkzeuge bis auf den kleinsten Umstand. Es ist aber unmöglich, selbst bey dem besten Werkzeuge die vollkommenste Schärfe zu erreichen, oder die gleiche Erscheinung mehrmal mit ebendemselben Werkzeuge auf völlig gleiche Art zu beobachten und abzumessen. Aus diesem Grunde ist es höchst nöthig, wenigstens die Grenzen der möglichen Fehler, und den Grad der Zuverlässigkeit, den man einem aus mehrern Beobachtungen gezognen Resultate zuschreiben kan, zu bestimmen. **Lambert** (Beyträge zum Gebrauche der Math. Th. I. Berlin, 1760. 8.) hat in dieser Absicht eine sehr scharfsinnige **Theorie der Zuverlässigkeit der Beobachtungen und Versuche** entworfen, und auf eine ziemliche Anzahl merkwürdiger Beyspiele angewendet. Da es endlich Beobachtungen giebt, die an verschiednen Orten mit ähnlichen Werkzeugen wiederholt werden müssen, so ist es sehr wichtig, solche Werkzeuge

auf eine übereinstimmende Art zu verfertigen, damit die mit ihnen angestellten Beobachtungen sich sicher mit einander vergleichen lassen. Man nennt solche Werkzeuge, die gleichsam alle einerley Sprache führen, übereinstimmende (*comparables*). Die Herren de Lüc und de Saussüre haben sich bemüht, eine solche allgemeine Uebereinstimmung in die Thermometer, Barometer und Hygrometer zu bringen. Es ist endlich dem Beobachter zu besserer Kenntniß und Behandlung seiner Werkzeuge ungemein vortheilhaft, selbst Künstler zu seyn, so wie Leeuwenhoek selbst Glasschleifer, Nollet selbst Glasschmelzer und Drechsler war.

Der Beobachter muß eine Geschicklichkeit besitzen, das, was anfangs die Sinne zu fliehen scheint, durch neue Mittel der Beobachtung zu unterwerfen, worinn es besonders die Beobachter und Zergliederer der Insekten, Swammerdam, Malpighi, Leeuwenhoek, Reaumür, Trembley, Bonnet rc. sehr weit gebracht haben. Er muß damit eine unermüdete Gedult verbinden, um jeder Beobachtung die nöthige Zeit zu schenken, jeden Gegenstand von allen Seiten zu betrachten, nichts aufzugeben, was nicht im ersten Augenblicke gelingt, und die Beobachtungen gehörig zu wiederholen und zu verändern. Vorzüglich aber ist ihm eine anhaltende und angestrengte Aufmerksamkeit nöthig. Diese macht ihn scharfsichtig und genau, lehrt ihn die nöthigen Vorsichtsregeln und Vorbereitungen, läßt ihn durch Wiederholung oder Abänderung seiner Beobachtungen sich stärker von der Güte und Richtigkeit derselben versichern, und giebt ihm die Mittel an die Hand, sie ganz zu erschöpfen und auf mannigfaltige Art zu bestätigen. Mit einer solchen Aufmerksamkeit hat Newton den Lichtstral behandelt, den er auf vielfältige Art zerlegt und wieder zusammensetzt, den er nicht eher verläßt, als bis er die Nachwelt von allem unterrichtet hat, was man hoffen kan, davon zu erfahren.

Die Bekanntmachung seiner Entdeckungen wird der wahrheitliebende Beobachter so lang aufschieben, als er noch hoffen kan, sie vollkommner zu machen, so wie

Trembley seine Polypen schon seit vierthalb Jahren kannte, als er ihre Geschichte herausgab. Dann aber wird er nicht nur die Entdeckungen selbst, sondern auch die Mittel, wodurch er zu denselben gelangt ist, ohne Zurückhaltung eröfnen. Dies ist nothwendig, da kleine Unterschiede in der Art zu verfahren oft große Abweichungen in den Resultaten veranlassen. Er wird auch aufrichtig angeben, was er gut, und was er mit minderer Zuverlässigkeit wahrgenommen habe. Er wird seine Wahrnehmungen mit allen nöthigen Beweisen versehen, ihre besondern Umstände zeigen, und alle Ursachen des Zweifels wegnehmen. Er wird nicht alle Beobachtungen ohne Unterschied anführen, sondern aus der Menge derselben diejenigen auswählen, welche die entdeckte Wahrheit am besten und leichtesten enthüllen. Er wird endlich Ordnung und Methode in seinen Vortrag legen, damit man die Verbindung der Beobachtungen unter einander, und das Licht, das eine auf die andere wirft, besser übersehe. Newtons Vortrag seiner Beobachtungen und Versuche über das Licht und die Farben (Philos. Trans. num. 80—128. Abhandlungen zur Naturgeschichte, Physik und Oekonomie, aus den Philosophischen Transact. Leipz. 1779. gr. 4. Th. I. S. 192—228.) ist ein schönes Beyspiel hievon, und doch sehr verschieden von dem systematischen Vortrage eben dieser Entdeckungen in seiner Optik, wo die Absicht eine ganz andere ist.

Ueber die Kunst zu beobachten hat zuerst der Kanzler Baco in seinen Werken De interpretatione naturae und De augmentis scientiarum einige vortrefliche Vorschriften gegeben. In der Folge hat man wenig oder gar nicht darüber geschrieben, obgleich verschiedene große Naturforscher vortrefliche Muster der Beobachtungskunst in ihren Schriften aufgestellt hatten. Lambert hat in seinem neuen Organon einige hieher gehörige Bruchstücke mit dem ihm gewöhnlichen tief eindringenden Scharfsinne behandelt. Die holländische Societät der Wissenschaften zu Harlem setzte im J. 1770 einen Preis auf die beste Abhandlung über die Beobachtungskunst, welchen eine Schrift

des Herrn **Carrard** erhalten hat. **Herr Senebier**, der dabey das Accessit erhielt, ward dadurch veranlasset, seine Schrift vollständiger auszuarbeiten, und sie unter dem Titul: L'art d'observer, zu Genf 1775. II. Th. gr. 8. herauszugeben. Ich habe in diesem Artikel dasjenige, was aus diesem Werke eigentlich hieher gehört, in einen kurzen Auszug gebracht. Auch das allgemein bekannte Zimmermannische Werke über die Erfahrung in der Arzneykunst enthält vortrefliche Bemerkungen, welche für den Beobachter der Natur überhaupt sehr brauchbar sind.

Die Kunst zu beobachten, von **Johann Senebier**, aus dem Frz. übers. von **J. F. Gmelin**. Leipzig 1776. II. B. 8.

**Berge**, Montes, *Montagnes*. So heißen die beträchtlichern Erhöhungen auf der Oberfläche der Erdkugel. Kleinere Erhöhungen führen den Namen der **Hügel** oder **Anhöhen**. Selten finden sich einzelne Berge, und nie beträchtliche, auf ganz ebnem Lande; meistens liegen mehrere Berge zusammen, und bilden **Gebirge**, welche, wenn sie sich in langen Reihen fortstrecken, **Bergreihen**, **Bergketten** genannt werden. Von den Hauptreihen der Berge laufen insgemein kleinere Reihen seitwärts, als Zweige, aus. Die Hauptgebirge stehen fast über die ganze Oberfläche der Erde in ununterbrochener Verbindung; vielleicht selbst unter dem Wasser des Meeres, wie denn die Inseln, als die Gipfel der unter dem Meere befindlichen Berge, ebenfalls in solchen Sammlungen und Reihen liegen, dergleichen auf dem Trocknen die Gebirge und Bergketten sind.

Die Oberfläche der Erde ist überhaupt äußerst ungleich; bald steigt sie mehr oder weniger schnell in die Höhe, bald senkt sie sich, und bildet Thäler, bald lauft sie in weit ausgestreckten Plänen fort. Die Seeküsten sind die niedrigsten Theile des festen Landes, so wie insgemein der mittlere Theil eines Stücks vom Trocknen am höchsten zu liegen pflegt. Der Lauf der Flüsse zeigt die höchsten Stellen eines jeden Landes deutlich an. So liegt die **Schweiz** in Europa am höchsten; denn aus der Gegend des Gotthards entspringen Gewässer, welche nach allen Seiten aus

durch den Po und die Rhone ins mittelländische, durch die Donau ins schwarze Meer, und durch den Rhein in die Nordsee laufen. Aber auch kleinere Theile der Erdfläche haben ihre Haupthöhen. So giebt eine Gegend von **Bourgogne** durch die Seine, Loire und Rhone Wasser in die Nordsee, in das atlantische und mittelländische Meer. Solche Stellen, welche das Wasser nach vielen Seiten austheilen, heißen überhaupt **Landhöhen**, oder wenn sie sich in weite Flächen ausdehnen, **Platformen**, und wenn sie sich ansehnlich nach einer oder der andern Richtung erstrecken, **Landrücken** oder **Bergrücken**.

Unter den merkwürdigsten Bergketten der Erdkugel erwähnt **Bergmann** (Physikal. Beschreibung der Erdkugel. I. B. 2 Abth. 4. Cap.) zuerst diejenigen, welche unter dem Namen des **Sewoberg-Rückens** Schweden von Norwegen und einem Theile von Rußland scheidet, sich mit verschiednen andern Landrücken vereiniget, und vom weißen Meere theils ostwärts bis zur Mündung des Flusses Ob fortläuft, theils, wenigstens muthmaßlich, sich südwärts bis zum Wolgastrom wendet, und von da aus ostsüdostwärts zwischen Sibirien und der großen Tatarey fortläuft, bis sie sich endlich nordwärts von Turkestan in zusammenhängende Hügel verwandelt. **Pallas** (Observations sur la formation des montagnes, Petersb. 1777. 4.) beschreibt eben diese Bergkette unter dem Namen der **uralischen Gebirge**, und bemerkt, daß ein Theil derselben von **Strahlenberg** mit Recht für die natürliche Grenze zwischen Europa und Asien angenommen worden sey. Ein hievon ins Meer auslaufender Arm macht Nova Semlja aus.

Ein zweytes System von Bergen geht nach **Pallas** von den Gegenden des nördlichen Indiens, Tibet und Caschemir aus, welche Reiche das höchste Platform des mittäglichen Asiens ausmachen. Die von hier auslaufenden Bergketten durchstreichen abendwärts Persien, gegen Mittag die beyden Halbinseln von Indien, und gegen Morgen Sina.

Im nördlichen Asien ist die größte Landhöhe bey dem Gebirge Boghdo, der Grenze zwischen den Kalmucken und Mongolen. Von diesem geht eine Kette unter dem Namen Mussart nach Süden bis Tibet; eine zweyte unter dem Namen Alak erstreckt sich westwärts zwischen die Wüsten der freyen Tatarn und die Bucharey, hängt mit dem Ende der uralischen Berge und dem großen Berge (Ulu-tau) der wüsten Tatarey zusammen, und verliert sich gegen Persien; eine dritte, mit Namen Khanghai, läuft gegen Morgen in die Mongaley, biegt sich endlich um, und bildet Corea und die Klippen und Inseln gegen Japan; die vierte und vornehmste macht die altaischen Gebirge aus, welche die Grenze von Sibirien vom Irtycz bis an den Amur bilden, und die ergiebigen russischen Bergwerke enthalten. Die ganze Pläne zwischen den beyden letztern Ketten, die sogenannte Wüste Gobea oder Cha-mo nebst einem Theile der mongalischen Plänen, ist eines der höchsten Platformen der Erdfläche. Beyde Ketten vereinigen sich, nachdem sie dieses Platform umringt haben, wieder, und laufen nordwärts bis in das Eismeer fort. Die Nebenzweige aller dieser Ketten sind unzählbar.

Eine andere der höchsten asiatischen Bergspitzen ist der Caucasus, welcher den Raum zwischen dem caspischen und schwarzen Meere einnimmt. Vielleicht hängt er durch Gebirge, welche Persien durchschneiden, mit einer der vorerwähnten Ketten zusammen. Er selbst sendet Zweige durch Kleinasien bis nach Arabien, wozu der Taurus, Sinai, Libanon gehören, und um das caspische und schwarze Meer bis nach Europa, wo sie von Macedonien aus unter verschiedenen Namen fortlaufen. Das carpatische Gebirge läuft vom schwarzen Meere zwischen der Wallachey, Moldau, Siebenbürgen, Schlesien und Polen fort. Das sudetische geht durch Oesterreich zwischen Böhmen und Schlesien fort, und sendet nord- und westwärts Zweige nach Meißen und Voigtland. Das hercynische geht in vielen Windungen mitten durch Deutschland. Die hohen Alpen scheiden Mayland und die Schweiz, und er-

strecken sich in der letztern bis zum St. Gotthard. Von hier bis zum Bernhard heißen sie penninische, von da bis an den Mont-Cenis griechische, alsdann bis zum Monte-viso cottische, und endlich bis Monaco Seealpen. Das apenninische Gebirge läuft von den Seealpen auf der genuesischen Küste durch ganz Italien bis Reggio fort, und reicht vermuthlich durch Sicilien und unter dem Meere bis an die africanischen Berge. Die rhätischen Alpen gehen zwischen Mayland und Graubündnerland, die tridentinischen zwischen Tyrol und dem venetianischen Gebiete, die norischen zwischen diesem und Salzburg, die kärnthner zwischen Kärnthen, Krain, Friaul und Istrien. Das pyrenäische Gebirge scheidet Frankreich von Spanien, und ist ein Zweig von ebendemselben Stamme.

In Afrika läuft der Atlas von Osten nach Westen. Der große Atlas, der vermuthlich mit den arabischen Bergen zusammenhängt, geht durch Egypten, und scheidet die Barbarey von Bilidulgerid; der kleinere geht von Tunis bis Gibraltar. Auch streicht an beyden Seiten des Nils eine Bergkette, welche aus den innern wenig bekannten Theilen von Afrika kömmt, und mit den daselbst befindlichen Mondbergen zusammenhängt.

In Amerika laufen die berühmten Cordelieren (Cordilleras) nach der Richtung der westlichen Küste von Chili und Peru. An dieser Küste findet man zuerst eine etwa 8 Meilen breite Pläne, hierauf folgen etwa doppelt so breit abwechselnde Hügel und Thäler (Sierras), und endlich etwa 16 Meilen breit die höchsten und steilsten Berge (Andes), welche sich ostwärts ganz sanft gegen unermeßliche von den größten Flüssen durchströmte Ebnen niedersenken. Diese Gebirge sind die höchsten, die man bisher kennt. Von Cuenza bis Popaya ist diese Bergreihe doppelt, und bildet zwischen sich das 70 Meilen lange und 2—3 Meilen breite Thal oder Platform, worinn Quito liegt, und welches das höchste auf der Erde ist. Andere Bergrücken im südlichen Amerika stehen mit dieser Hauptkette in Verbindung, welche durch die Landenge Panama immer an der westlichen Küste von Nordamerika fortläuft,

und verschiedene Zweige aussendet, am Ende aber allem Vermuthen nach mit den asiatischen Bergsystemen zusammenhängt.

So scheinen die großen Bergketten der Erdfläche durchgängig zusammenzuhängen, und ihre Verbindung selbst unter dem Meere fortzusetzen. Sie sind nach dem Ausdrucke einiger Naturforscher das Geripp, welches der Erdrinde Festigkeit und Zusammenhang giebt. Schon **Plinius** (Hist. nat. XXXVI. 1.) äußert diesen Gedanken. Eine Bergkarte von **Buache** (Mém. de Paris 1752.) stellt ihren Gang auf eine sehr erläuternde Art dar, bedarf aber vieler Verbesserungen aus neuern Nachrichten. **Lehmann** (Specimen orographiae generalis, Petrop. 1762. 4.) und **Gatterers** neuere Bergkarte geben genauere Vorstellungen. **Buffon** (Hist. nat. der Ausg. in 3. Vol. II. p. 17.) läßt die Richtung der Hauptreihen in Amerika von Norden nach Süden, in der alten Welt aber von Westen gen Osten laufen; ändert dies aber (Suppl. à l' hist. nat. To. IX. p. 440.) dahin ab, daß auch in der alten Welt die höchsten Gebirge von Norden nach Süden laufen, und die von andern Richtungen blos Seitenäste seyn sollen. Der ungenannte Verfasser der Bemerkungen über Pallas (Journal de physique, May. 1779. übers. in den Leipziger Sammlungen zur Phys. u. Naturg. II. B. 2. St.) nimmt dagegen zwo mit dem Aequator parallele Hauptketten, die eine um den 50sten Grad nördlicher, die andere um den 25sten südlicher Breite, an, von welchen hin und wieder Zweige sowohl gegen den Aequator, als gegen die Pole, auslaufen sollen. **Pallas** erklärt sich überhaupt gegen das Daseyn einer allgemeinen Anordnung in der Richtung der Bergketten, vermöge welcher sie sich in Form eines Netzes kreuzen, oder wie die Ribben in einen gemeinschaftlichen Rückgrat vereinigen sollen. Solche Vorstellungen kopiren nach seiner Meynung blos die Beschaffenheit der Länder, in denen sie erfunden sind, und machen keinen allgemeinen Plan der Natur aus. Die asiatischen Bergreihen laufen nach ihm von hohen Platformen, als von gemeinschaftlichen Mittelpunkten, nach verschiedenen Richtungen aus;

die Gestalt von Afrika hingegen scheint eine ganz andere Anordnung seiner Gebirge anzuzeigen.

Bourquet (Mém. sur la theorie de la terre, bey s. Lettres sur la formation des sels. Amst. 1729. 8.) fand in der Gestalt und Lage der Gebirge eine allgemeine Aehnlichkeit mit Festungswerken, wo einwärts gehende und hervorspringende Winkel in parallelen Linien einander gegenüberstehen. Eben dies nehmen Bertrand, Buffon und de la Lande an. Allein so häufig sich diese Anordnung der Berge in zwo parallele gegenüberstehende Reihen an manchen Orten finden mag, so ist sie doch bey weitem nicht allgemein.

Unter der Höhe eines Bergs über einem andern Orte versteht man eine Linie, welche von seinem Gipfel lothrecht herabgefället bis an die fortgesetzte Horizontalfläche des gedachten Orts reicht. Höhe des Aetna über Catania ist die lothrechte Linie zwischen des Aetna Gipfel und der Horizontalfläche durch Catania. Es ist kaum nöthig zu erinnern, daß hiebey nicht die scheinbare Horizontal-ebne, welche die Fläche der Erdkugel berührt, sondern die wahre mit der Erdfläche selbst concentrische Horizontal-fläche verstanden wird. Gemeiniglich werden die Höhen der Berge über der Meeresfläche angegeben, welches jederzeit anzunehmen ist, wo nicht ausdrücklich etwas anders erinnert wird. Die Höhen der Berge werden entweder geometrisch durch Abmessung einer Standlinie und der nöthigen Winkel, und daraus hergeleitete trigonometrische Berechnung, oder durch Wasserwägen, oder vermittelst des Barometers gefunden. Die beyden ersten Methoden werden in der praktischen Meßkunst erklärt; die dritte gehört zwar eben dahin, es wird aber von ihr, weil ihre Theorie ganz physikalisch ist, unter dem Artikel: Höhenmessungen, barometrische, gehandelt werden.

Die höchsten der bisher bekannten Berge sind die amerikanischen, unter welchen der Chimboraço, so wie unter den europäischen der Mont-blanc oder Montagne-maudite in Savoyen die größte Höhe hat. Ich theile hier aus einer Abhandlung von Pasumot (Journal de phys.

Sept. 1783.) eine Tafel über die Höhen der vornehmsten Berge mit, zu welcher Taf. IV. Fig. 55. eine Abbildung giebt, die auch ohne alle Erklärung deutlich seyn wird.

## Amerikanische Gebirge.

| | Toisen über der Meeresfläche | |
|---|---|---|
| Chimboraço - | 3220 | — Condamine (Mesure des trois premiers degrés du meridien.) |
| Cayambe-orcou - | 3030 | — ebend. |
| Antisana - - | 3020 | — eb. |
| Coto-paxi - - | 2950 | — eb. |
| Coraçon, die größte von Menschen erstiegene Höhe | 2470 | — eb. |
| Pitchincha - - | 2430 | — eb. |
| Die Stadt Quito - | 1462 | — eb. |

## Africanische.

| | | |
|---|---|---|
| Pic auf Teneriffa - | 2500 | — Bouguer |
| | 2070 | — P. Feuillee |
| | 1904 | — de Verdün, de Borda u. Pingre |

## Europäische.

| | | |
|---|---|---|
| Mont-blanc - | 2447 | — Shukburgh |
| | 2446 | — de Saussure (Voy. dans les alp. T. I.) |
| Aiguille d'Argentiere - | 2094 | — ebend. |
| Corne du midi - | 1945 | — de Lüc |
| St. Gotthard - - | 1650 | — Scheuchzer |
| Aetna - - | 1672 | — Needham |
| | 1771 | — nach Berechnungen aus Brydone's Beobachtungen (Samml. zur Physik und Naturgesch. I. B. 2 St.). |

| | Toisen über der Meeresfläche | |
|---|---|---|
| Gletscher Buet - | 1579 | — de Saussure |
| Canigou in Roussillon - | 1442 | — Cassini (Mém. de Paris 1718.) |
| Spitze beym Kloster auf dem St. Bernhard - | 1274 | — de Saussure |
| Das Kloster selbst - | 1241 | — Needham |
| Mont-d'or in Auvergne | 1048 | — Cassini |
| Furka - - | 973 | — Scheuchzer |
| Mole bey Genf - | 940 | — de Saussure |
| Puy-de Dome in Auvergne | 817 | — Cassini |
| Brocken auf dem Harz - | 546 | — de Lüc |
| Thal Chamouny - | 524 | — de Saussure |
| Gipfel des Mont-Cenis - | 434 | — Needham |
| Genf - | 188 | — de Saussure |
| Paris, Saal der Sternwarte | 56 | — Pasumot. |

Um in den bey uns bekannten Maaßen einen Begrif von der Höhe dieser Berge zu geben, will ich bemerken, daß die Höhe des Chimboraço $\frac{11}{10}$, die des Mont-blanc etwas über $\frac{1}{2}$, die des Aetna etwas über $\frac{1}{3}$ einer chursächsischen Meile von 32000 leipziger Schuhen beträgt.

Diese Höhe kömmt gegen den Halbmesser der Erde, welcher im Durchschnitt 3270800 Toisen angenommen werden kan, in keine sonderliche Betrachtung. Die Höhe des größten Berges beträgt noch nicht $\frac{1}{1000}$ dieses Halbmessers. Berge und Thäler können also der Erde so wenig ihre Kugelgestalt benehmen, als Ungleichheiten von $\frac{1}{10}$ Lin. die Rundung einer Kugel von 2 Schuh Durchmesser stören können. Dennoch ziehen große Berge das Bleyloth merklich aus seiner Richtung, s. Gravitation.

Die äußere Gestalt der Berge ist unendlich mannigfaltig. Der Fuß ist mehrentheils weit ausgebreitet, und der Abhang mit Erde bedeckt, aus welcher bey den höchsten Bergen oben steile Klippen hervorstechen. Wenn diese Klippen schmal sind, und mit fast lothrechten Seiten zu einer Spitze hinaufsteigen, so heißen solche Berge Nadelberge, Piken oder Aiguillen. Oft bilden die steilen

Wände der Berge ungeheure Klüfte oder Durchfahrten, wie die bey Gibraltar zwischen den Bergen Calpe und Abyla, die beym Hellespont und die Thermopylä der Alten, jetzt Bocca di Lupo. Oft strömen Flüsse oder Bergwasser durch solche Abgründe, von welchen die Bergrücken queer hindurch zerschnitten werden. Oben sind die Berge oft abgerundet, oft in einen schmalen langen Rücken, wie die Mole bey Genf, oft in eine weite ebne Fläche, wie der Tafelberg auf dem Cap der guten Hofnung, geendet. Vulkanische Berge zeichnen sich durch eigne Gestalten aus, s. Vulkane.

Die Luft ist auf den Bergen weit kälter, als an der Erdfläche, wo die unterste Luftschicht sowohl wegen ihrer größern Dichte, als wegen der Nähe des Erdbodens, der die Sonnenstralen zurückwirft, stärker erwärmt wird. Daher sind die Gipfel der hohen Berge, selbst unter den wärmsten Klimaten, mit beständigem Schnee und Eis bedeckt, welches letztere daselbst eine blaugrüne Farbe annimmt. Die zwischen den Spitzen der Berge befindlichen Thäler und Schluchten, in welchen fast immerwährender Schatten herrscht, sammeln und unterhalten ungeheure Mengen von Schnee und Eis, und vermehren dadurch noch die Kälte der darüberliegenden Luft. Doch liegt diese beständige Schneegränze in der heißen Zone höher, und kömmt desto tiefer herab, je mehr man sich den Polen nähert. In Peru geht sie bis auf eine Höhe von 2434, in den Alpen bis 1500 Toisen; gegen die Pole zu senkt sie sich nahe an die Meeresfläche selbst herab, doch machen hiebey locale Ursachen unter verschiedenen Meridianen mancherley Abänderungen. Die Vegetation erstreckt sich vom Fuße der Berge bis nahe an die beständige Schneegrenze; in Peru z. B. hört sie mit der Höhe von 2300 Toisen auf; auf Spitzbergen und Grönland findet man schon auf ebnem Boden Alpengewächse. Die Bäume und Gewächse werden in größern Höhen immer unansehnlicher und niedriger; in gewissen Höhen wachsen nur noch Fichten, Tannen und anderes harziges Holz, nebst den Pflanzen, die in der Botanik Alpengewächse genannt werden, die höchsten Spitzen

bekleiden sich nur hin und wieder auf den Flächen mit niedrigem Rasen, und in den Ritzen und Klüften mit Moos. Inzwischen nimmt nach den neusten Bergbeobachtern die Vegetation in den Bergen stets zu, und giebt ihren Abhängen und Böschungen von Zeit zu Zeit eine stärkere Befestigung, wodurch sie sich immer mehr einem bleibenden unveränderlichen Zustande nähern.

Man stand sonst in der falschen Meynung, daß die dünnere Luft auf den hohen Bergen das Athmen erschweren müsse. Schon Bouguer und de la Condamine haben bey ihren Abmessungen auf den hohen Gebirgen in Peru diese Einbildung ungegründet befunden. Die neuern Bergbeobachter sprechen vielmehr nie anders, als mit Entzücken von der reinen und heitern Bergluft, die dem Körper gleichsam neues Leben einflöße, und in Verbindung mit der Heiterkeit des Himmels, der Herrlichkeit der Aussichten, der Größe der Gegenstände und der tiefen Stille des Schauplatzes die Seele mit einem unbeschreiblichen Gefühl von Ruhe und Freude erfülle. Doch hat de Saussure (Voyages dans les alpes, To. II. p. 517.) durch Proben mit dem Eudiometer die Luft auf den Gipfeln des Buet, St. Bernhard u. s. w. nicht so rein, als die Luft in Chamouny und andern Alpenthälern gefunden, und glaubt hieraus schließen zu dürfen, daß die Luft in den niedrigen Plänen am wenigsten gesund, auf den hohen Bergen zwar etwas gesünder, am reinsten und unverdorbensten aber in den Thälern sey, welche 200—300 Toisen hoch über der Meeresfläche liegen.

Es findet sich unter den Bergen selbst sowohl in Absicht ihrer Höhe und Lage, als auch ihrer innern Beschaffenheit, ein mannigfaltiger Unterschied, welchen vorzüglich die neuern Naturforscher genauer bestimmt, und zu Unterstützung ihrer Meynungen über die Entstehung der Berge und die Geschichte der Erde angewendet haben. Zwar hat man schon längst die Berge in ursprüngliche und neuere (montes primitivos et recentes) abgetheilt; auch haben die deutschen Mineralogen und Bergwerksverständige sehr frühzeitig Ganggebirge von Flözgebirgen unterschie-

den, und den unverkennbaren Ursprung der letztern aus Bodensätzen des Wassers wahrgenommen; sie haben aber diese Kenntniß mehr zum besondern Vortheil des Bergbaues ihrer Länder, als zu allgemeinen kosmologischen Folgerungen genützt.

Zur ersten Classe der Gebirge gehören diejenigen, welche von den ansehnlichen Bergketten der Erdfläche den Körper selbst ausmachen. Sie erweitern sich nach unten zu, treffen vermuthlich in der Tiefe zusammen, und bilden eine um die ganze Erde gehende feste Schale. Diese Berge der ersten Classe bestehen mehrentheils durch und durch aus einer gleichförmigen Materie (einer einfachen Gebirgsart), welche nach allen Richtungen gespalten werden kan, ob sie gleich oft wegen ungleicher Farben und Größen ihrer Körner aus vielen parallelen, oft wagrechten, oft stark gestürzten Lagern zusammengebettet scheint. Die vornehmste und häufigste Gebirgsart dieser Classe ist der Granit, ein hartes mit dem Stahl Feuer gebendes Gestein, aus Quarz, Glimmer und Feldspath znsammengesetzt. Aus diesem Gestein scheinen die Kerne der meisten Berge zu bestehen; es macht auch in den Bergwerken die am tiefsten liegende Gebirgsart aus, auf welche Sandstein, Schiefer und gemengte Gesteine auf verschiedne Art aufgesetzt scheinen. Der Granit findet sich in ganzen Massen, oft auch in horizontalen geradlinigten oder wellenförmigen Lagern, in denen grobkörnigter mit feinkörnigtem abwechselt, oder wo durch grobkörnigten Gänge von feinkörnigten, und umgekehrt, durchsetzen. Oft aber bestehen diese Berge der ersten Classe auch aus andern Materien, z. B. aus Serpentinstein, Grauwakken, Verdantico, Gneuß rc. Sie werden von den Naturforschern uralte, uranfängliche oder ursprüngliche genannt, von andern Berge der ersten Ordnung, weil doch nicht allgemein erwiesen werden könne, daß sie vom Anfang bey der Schöpfung selbst vorhanden gewesen. In der Lehre vom Bergbau heißen diejenigen, in welchen sich Metalle und Erze finden, Ganggebirge. Gänge nemlich sind offen gewesene Ritze oder Spaltungen des Gesteins, welche sich nachher mit den

Gangarten, z. B. Quarz, Spath, Hornstein u. dgl. ausgefüllt zu haben scheinen, und in welchen man die Erze aufzusuchen hat. Die dergleichen enthalten, werden fündige, die übrigen taube Gänge genannt. In den Bergen erster Ordnung finden sich keine Seeprodukte; daher ihre Entstehung vor dem Daseyn der Seethiere vorhergegangen zu seyn scheinet.

Zur zweyten Classe der Berge rechnet man diejenigen, welche unverkennbare Spuren einer spätern Entstehung, und vornehmlich einer unter dem Wasser geschehenen Bildung an sich tragen. Dahin gehören hauptsächlich die Kalk- oder Marmor- und Thonschiefergebirge. Sie bestehen größtentheils aus Schichten oder Lagern, welche völlig wie über einander liegende Bodensätze des Wassers gestaltet und geordnet sind, und die bis zur Bewunderung häufigen Seeprodukte, welche sich in diesen Schichten finden, setzen ihre Entstehung unter dem Wasser außer allen Zweifel. Dergleichen Kalk- und Thongebirge scheinen sowohl die höchsten Granitketten, als auch die niedrigern Zweige des über die Erdfläche hie und da hervorragenden uralten Gesteins überall auf beyden Seiten einzufassen und zu begleiten. De Lüc (Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, 38. Brief) beschreibt eine solche Kette von Kalkgebirgen, welche die savoyischen Alpen unter dem Namen der Bornans einfasset. Einer von diesen Bergen, der Grenier am südlichen Ufer des Genfersees, hat noch 1300 Toisen über der Meeresfläche versteinerte Ammonshörner. Eine andere solche Kette von Kalkgebirgen ist der Jura. Auch Pallas (Obs. sur la formation des montagnes) beschreibt dergleichen Kalk- und Thonschichten, die an den asiatischen Bergketten hinlaufen. Diese werden von den Naturforschern Berge der zweyten Ordnung, oder in der Lehre vom Bergbau Flözgebirge genannt. Man findet in ihnen die Erze nicht in Gängen, sondern nur Eisen und Kupfer in Flözen oder Schichten, welche augenscheinlich nichts anders, als Bodensätze eines ehemaligen Meeres sind. Auch findet man in ihnen keine Quarzkrystallen, wohl aber häufige

Kieße und den Spath, eine kalkartige Krystallisation, welche die Risse derselben und die Höhlungen der darinn begrabnen Seekörper anfüllet. Auch die Kreide liegt in solchen Schichten, und enthält häufige Seeprodukte mit schwarzem Hornstein. Andere auch vom Meere gebildete Berge mit häufigen Seeprodukten bestehen aus Sandstein, oder lockerm unverbundenen Sande. Wo Berge beyder Ordnungen zusammenstoßen, da werden die ursprünglichen jederzeit von denen der zweyten Ordnung, nie aber diese von jenen bedeckt — ein unwidersprechlicher Beweis, daß die der ersten Ordnung die älteren sind.

Zwischen diese zwo so deutlich unterschiedene Classen fallen aber auch Berge, bey welchen die Charaktere zweydeutig sind. Dahin gehören die Schiefergebirge, welche sich bisweilen ohne alle Seeprodukte, oft mit senkrecht stehenden oder doch sehr gestürzten Blättern bis zu den beträchtlichsten Höhen erheben, wie denn der 1579 Toisen hohe, von de Lüc bestiegene, Gletscher Buet ein Schieferberg ist; bisweilen aber flötzweise liegen, und zwischen horizontalen oder wenig geneigten Blättern, wie die Kupferschiefer der Grafschaft Mannsfeld, häufige Eindrücke von Muscheln, Fischen und Pflanzen enthalten. Die letztern Schiefer sind offenbar unter dem Wasser gebildet; von den erstern läßt sich zwar nicht entscheidend behaupten, daß das Wasser gar keinen Antheil an ihrer Bildung gehabt habe; es muß dies aber wenigstens auf eine andere Art, als bey jenen, geschehen seyn. Die Schiefergebirge ohne Seekörper sind zugleich der Hauptsitz der Metalle. Im Granitgebirge sucht man nie fündige Gänge; häufiger in andern mehr schiefrig liegenden Bergarten, z. B. dem Gneuß, wie im sächsischen Erzgebirge, dem Grauwakken, wie auf dem Harz. Herr v. Trebra (Erfahrungen vom Innern der Gebirge, Dessau u. Leipz. 1785. Fol.) hat neuerlich hierüber vortrefliche Bemerkungen mitgetheilt. Auch der Kalkstein wird lagerweise mitten in uranfänglichen einfachen Gebirgen angetroffen.

Die Menge von versteinerten Seeprodukten, welche sich in den Schichten der Berge zweyter Ordnung findet,

ist bis zum Erstaunen groß und mannigfaltig. Es giebt ganze Schichten, von welchen unzählige versteinerte Seemuscheln den Hauptbestandtheil ausmachen. Bald findet man Abdrücke, welche die äußere Muschelschale in dem darumliegenden Gestein zurückgelassen hat, bald ist die innere Höhlung der Muschel mit dem Gestein ausgefüllet worden, und die durch die Zeit zerstörte Schale hat nur den Steinkern, der sich in ihr formte, zurückgelassen. Bey der fast allzugroßen Anzahl der Petrefactenbeschreiber kan es Niemandem unbekannt bleiben, wie häufig und mannigfaltig diese Versteinerungen sind. Man findet viele darunter, deren lebende Originale in den jetzigen Meeren noch unbekannt sind. Die Originale der Ammonshörner, die versteinert in unglaublicher Anzahl von 1½ Schuh Durchmesser bis zur geringsten kaum bloßen Augen sichtbaren Größe gefunden werden, der Belemniten u. s. w. sind noch unentdeckt, oder doch nicht zuverläßig bekannt. Pallas vermuthet, daß die Originale zwar da seyn, aber in großen Tiefen im Meere leben mögen. Die Terebratuliten sind in manchen Schichten so häufig, wie der Sand selbst, vorhanden; indessen sind ihre lebenden Originale äußerst selten. Dagegen enthält das Meer Conchylien, wie z. B. das Meerohr und die Entenmuschel, welche selten oder gar nicht versteinert angetroffen werden. Oft findet man die gegrabnen Muscheln in ungemeinen Entfernungen von den Orten, wo sich ihre noch lebenden Originale aufhalten. De Lüc fand in England und Italien Versteinerungen, deren Originale nur in Indien leben. Häufig findet man Nautilen, Austern, Kammmuscheln, Tuten, Schrauben, Fungiten von ungeheuren Größen, da die bekannten Originale viel kleiner sind. Eben diese Verschiedenheit nimmt man auch in Absicht auf die Abdrücke der Seepflanzen wahr, die unter der Erde gefunden werden. Buffon (Hist. nat. gen. et part. To. I. p. 388.) hat das viele Merkwürdige, was sich hierüber sagen läßt, mit der ihm eignen hinreißenden Beredsamkeit vorgetragen.

Niemand wird wohl den unnatürlichen Hypothesen einiger Schriftsteller, daß diese Conchylien durch Menschen

in die Länder und auf die Berge gebracht worden, daß sie bloße Spiele der Natur seyen, daß die von der Erde mit dem Wasser eingesognen Keime der Seethiere in die Berge aufgestiegen und daselbst entwickelt worden wären u. dgl. beypflichten. Diese Conchylien finden sich ganz und zerbrochen, groß und klein, gruppenweis und einzeln, oft in den Stellungen, die sie lebend gern annehmen, in der Ordnung, in welcher sie lebend im Meere neben einander liegen, und stets ist an die Stelle ihrer völlig verzehrten weichen Theile leerer Raum, Stein oder Krystallisation getreten. Sie sind also unläugbare Beweise der Bildung der Schichten unter dem Wasser, und der großen Veränderungen, welche die Erdfläche erlitten hat.

Die Schichten der Berge zweyter Ordnung zeigen viele Verschiedenheit in Absicht auf Materie, Mächtigkeit, Ordnung und Stürzung, und es scheinen noch nach ihrer Entstehung hin und wieder beträchtliche Veränderungen in ihnen vorgegangen zu seyn. Die Materien, aus welchen sie bestehen, sind hauptsächlich Kalksteine und Thonschiefer, welche letztern sich gemeiniglich unter den Kalkflötzen finden, und die gewöhnlichste Lagerstätte der Kieße sind, ingleichen Steinkohlen. **Lehmann** (Versuch einer Geschichte von Flötzgebirgen, Berlin 1756. 8.) giebt als eine allgemeine Regel an, daß die Steinkohlen insgemein unten auf einer Schicht von grobem eisenschüßigen Sande, über diesen die Thonschiefer, und ganz oben die Kalkflötze und das Steinsalz liegen.

**Pallas** (Obs. sur la formation des montagnes) erwähnt noch eine dritte Classe von Bergen, welche neuer als die vom Meere gebildeten Schichten, und auf diese aufgesetzt sind. Diese Berge **der dritten Ordnung** bestehen größtentheils aus Sandstein und Mergelschichten, mit großen Mengen von sandigen und thonigten Eisen- und Kupfererzen und Gypssteinen vermischt, welche letztern gemeiniglich Anzeigen von Salzquellen geben. Sie enthalten wenige oder gar keine Seeproducte, dagegen eine große Menge versteinertes Holz, Abdrücke von Pflanzen und Knochen von Landthieren. Pallas beschreibt a. a. O. eine

Reihe dieser Berge, welche an der Westseite der uralischen Kette hinläuft, und eine unbeschreibliche Menge Elephanten-Nashorn- und Büffelknochen, so wie das gegrabne Elfenbein (ebur fossile) enthält, welches in Sibirien einen Handlungszweig ausmacht, und auch in Nordamerika gefunden wird, obgleich die Elephanten selbst nur unter wärmern Himmelsstrichen wohnen. In den stets gefrornen Gegenden der Ufer des Wilui fand man sogar das Geripp eines Rhinoceros mit noch erhaltener Haut und Ueberbleibseln von Sehnen und Knorpeln, woraus Pallas schließt, daß diese Berge und Hügel durch eine spätere aus den Wohnplätzen dieser Thiere hergekommene Ueberschwemmung entstanden seyen.

Die durch Ausbrüche des unterirdischen Feuers gebildeten Berge, Basalthügel, Traß- und Lavastrecken u. dgl. machen noch eine vierte Classe aus, von welcher die Artikel: Vulkane und Vulkanische Producte, umständlichere Nachricht geben werden.

Man wird aus dem Bisherigen leicht wahrnehmen, wie genau die Entstehung und Bildung der Berge mit der Geschichte der Erde selbst zusammenhänge. In der That sind die Berge die vornehmsten Denkmäler und Urkunden, aus welchen wir über die Veränderungen der Erdfläche Unterricht erhalten, und die Revolutionen, durch welche unser Wohnplatz in seinen gegenwärtigen Zustand übergegangen ist, einigermaßen errathen können. Freylich ist die Sprache dieser Urkunden nicht überall gleich deutlich, und die Erklärungen ihrer Ausleger weichen oft beträchtlich von einander ab. Ich könnte hier sehr viele Meynungen über die Entstehung der Berge anführen; da sie aber alle zugleich Hypothesen über die Geschichte der Erde enthalten, so werde ich sie, um einer Wiederholung auszuweichen, bey dem Worte: Erdkugel, vortragen.

Der Nutzen der Berge ist sehr mannigfaltig, und für die ganze Oekonomie der Natur auf der Erdfläche von äußerster Wichtigkeit. Bertrand hat dies in einer eignen Schrift (Essai sur les usages des montagnes, Zuric. 1754. 8.) ausgeführt. Sie dienen nicht nur zur Zierde der Erde

und zum Vergnügen ihrer Bewohner; sie befestigen und halten auch die Rinde derselben, vergrößern die Fläche und den bewohnbaren Raum, vermehren die Mannigfaltigkeit der Producte durch die ihnen eignen Thiere und Gewächse; sie sind die Lagerstätte der Metalle und mehrerer nutzbaren Mineralien, scheiden die Länder und Völker als natürliche Grenzen, und halten Winde und Sonnenstralen von manchen Gegenden ab, indem sie sie auf andere zurückwerfen. Sie sind endlich die großen Behälter, aus welchen die nie versiegenden Quellen der Bäche und Flüsse entspringen. Schon dies allein macht sie für die Menschen unentbehrlich, und zeigt, mit welcher bewundernswürdigen Weisheit und Güte der ganze Bau der Erde zum Besten ihrer Bewohner veranstaltet sey.

Torbern Bergmann physikalische Beschreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. übers. v. Röhl, 2te Aufl. Greifsw. 1780. 8.

*G. S. Pallas* Observations sur la formation des montagnes, à St. Petersbourg. 1777. 4. übersetzt in den Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgesch. I. B. 2. St.

*I. A. de Luc* Lettres physiques et morales sur l'histoire de la terre et de l'homme, à la Haye 1779. To. V. gr. 8. mit einer Abkürzung übersetzt: de Lüc physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, Leipz. 1781. II. B. 8. 37. 38. Brief.

## Berge, feuerspeyende, s. Vulkane.

## Beschleunigende Kraft, s. Kraft.

## Beschleunigte Bewegung, s. Bewegung.

**Beschleunigung**, Acceleratio, *Acceleration.* Das Zunehmen der Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Körper bewegt. Da die Größe der Geschwindigkeit von dem Raume abhängt, den ein Körper in einer gewissen Zeit zurücklegt, so findet eine Beschleunigung statt, wenn bewegte Körper, in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen, immer größere Räume zurücklegen. So fällt ein schwerer Körper auf der Erdfläche in jedem folgenden Zeittheile weiter, als im vorhergehenden; in der ersten Secunde beyläufig durch 15, in der zweyten durch 45, in der dritten 75 Schuh u. s. f.

Nimmt hiebey die Geschwindigkeit so zu, daß sie in gleichen Zeiträumen gleiche Zusätze erhält, so heißt die Beschleunigung gleichförmig (uniformis, aequabilis); sind aber die in gleichen Zeiträumen erhaltenen Vermehrungen der Geschwindigkeit ungleich, so ist dies eine ungleichförmige Beschleunigung (difformis, inaequabilis). Die Retardation oder Verminderung der Geschwindigkeit kan als negative Beschleunigung angesehen werden.

Seitdem nach Galilei Entdeckungen der Gesetze fallender Körper die höhere Mechanik entwickelt und ausgebildet worden ist, hat man die Beschleunigungen der Bewegung durchgängig als Wirkungen der Kräfte angesehen, welche die Bewegung selbst hervorbringen oder ändern. Die höhere Mechanik nimmt hierüber folgende mit den Erfahrungen übereinstimmende Grundsätze an.

1. Einmal entstandene Bewegungen dauern, auch ohne weiteres Zuthun einer Kraft, fort, und behalten ihre vorige Richtung und Geschwindigkeit, ohne Beschleunigung, s. Trägheit.
2. Kömmt aber zu einer einmal entstandnen Bewegung in jedem Zeittheile eine neue Wirkung einer Kraft hinzu, so entsteht Beschleunigung, wenn diese Kraft ganz oder zum Theil nach der Richtung der Bewegung selbst, Retardation, wenn sie ganz oder zum Theil nach der entgegengesetzten Richtung wirkt.
3. Sind diese neuen, mit jedem Zeittheile hinzukommenden, Wirkungen der Kraft stets gleich groß, so entsteht gleichförmige, sind sie ungleich, ungleichförmige Beschleunigung oder Retardation.

Absolute unveränderliche Kräfte, d. h. solche, die in bewegte Körper, wie in ruhende, unaufhörlich und immer gleich stark, auch immer nach einerley Richtung wirken, müssen daher die Bewegungen, die sie hervorbringen, auch gleichförmig beschleunigen. Denn ihre erste Wirkung ist die Hervorbringung der Bewegung, zu welcher ihre folgenden Wirkungen in jedem Zeittheile gleich starke Vermehrungen der Geschwindigkeit nach eben der-

selben Richtung zusetzen. Veränderliche Kräfte hingegen verursachen ungleichförmige Beschleunigung.

Da die Schwere der Körper eine absolute Kraft ist, d. h. in bewegte Körper noch eben so, wie in ruhende, wirkt, und in Räumen, welche gegen den Halbmesser der Erde unbeträchtlich sind, als unveränderlich angesehen werden kann, so folgt aus diesen Grundsätzen, daß die schweren Körper mit gleichförmiger Beschleunigung fallen müssen. Für den Fall durch große Höhen, wo oben die Schwere geringer, als unten, wäre, würde freylich die Beschleunigung nicht mehr durchgehends gleichförmig seyn. Fiele z. B. ein Körper von einer Höhe herab, welche so groß als der Halbmesser der Erde wäre, so würde die Beschleunigung seines Falles am Ende viermal stärker werden, als sie am Anfange gewesen wäre.

Aus diesen Grundsätzen folgen nun leicht die Gesetze, welche bey dem Worte: Bewegung, gleichförmig beschleunigte, erklärt werden, und mit der Erfahrung so vortreflich übereinstimmen.

Die irrigen Begriffe, welche sich ältere Naturforscher von den Ursachen der Beschleunigung, besonders beym Falle der Körper, gemacht haben, werden unter dem Artikel: Fall der Körper, vorkommen.

**Beschleunigung einer Kraft** nennt Herr Karsten (Lehrbegrif der gesammten Math. III. Theil, Mechanik, Abschn. 3. §. 46.) dasjenige, was Andere gemeiniglich beschleunigende Kraft selbst nennen, s. Kraft, beschleunigende. Er versteht nemlich die durch eine Kraft hervorgebrachte Beschleunigung, und da diese der Kraft selbst proportional ist, so weicht er von andern blos darinn ab, daß er die bekannte Wirkung da nennt, wo Andere die unbekannte Ursache nennen.

**Bestandtheile der Körper,** Partes constituentes s. constitutivae corporum, *Parties et Principes des corps.* Die Theile, aus welchen die Körper bestehen oder zusammengesetzt sind.

Diese Theile werden entweder blos so betrachtet, wie sie neben einander liegen, und durch eine blos mechanische Trennung von einander gesondert werden können. s. **Aggregat**. und heißen dann blos **Theile**, **mechanische Bestandtheile** (partes integrantes, *parties*); oder so, wie sie durch die bey ihrer Vermischung entstandene wechselseitige Anziehung und Auflösung den Körper, als ein Product von einer andern Beschaffenheit, erzeugt haben, s. **Gemisch**, und wie sie durch chymische Zersetzung aus demselben geschieden werden können, und dann heißen sie im eigentlichen Verstande **Bestandtheile**, **chymische Bestandtheile** (partes constitutivae, principia, *principes*). Die Bestandtheile, in welche die chymische Analysis die Körper zerlegt, sind oft selbst noch zusammengesetzt, und lassen sich durch fortgesetzte Analysis weiter zerlegen. Diejenigen, welche wir endlich nicht weiter zerlegen können, heißen **uranfängliche** oder **einfache Grundstoffe**, **Urstoffe**, **Elemente** (principia prima, elementa), die zusammengesetztern hingegen **zusammengesetzte** oder **gemischte Grundstoffe** (principia principiata s. mixta), s. die Artikel: **Elemente**, **Grundstoffe**.

**Beugung des Lichts**, Inflexio s. Difractio lucis, *Diffraction ou Inflexion de la lumiere*. Die Abweichung der Lichtstrahlen von ihrem geradlinigten Wege, wenn sie nahe an dem Rande eines Körpers vorbeygehen.

Die Beugung des Lichts ward von dem **P. Grimaldi** um die Mitte des vorigen Jahrhunderts entdeckt und bekannt gemacht (*Grimaldi* de lumine, coloribus et iride, Bonon. 1665. 4.), da man vorher keine andere Abweichung des Lichts vom geraden Wege, als die Brechung und Zurückwerfung gekannt hatte. Zwar hat **D. Hook** im Jahre 1672 der königl. Societät zu London ebenfalls Versuche über die Beugung des Lichts mitgetheilt, ohne, wie es scheint, Grimaldi's Entdeckungen gekannt zu haben. Inzwischen, bleiben diese immer die ersten und wichtigsten.

Grimaldi ließ durch ein kleines Loch in ein verfinstertes Zimmer einen Stral fallen, der darinn einen Lichtkegel bildete. Hielt er nun einen dunkeln Körper in beträchtlicher Entfernung vom Loche in diesen Lichtkegel, so fand er den Schatten desselben viel breiter, als er der Berechnung nach bey geradem Fortgange der Lichtstralen hätte seyn können. Auch sahe er um den Schatten herum mehrere farbichte Lichtstreifen, nach dem Schatten zu durch Blau, vom Schatten ab durch Roth begrenzt. Solche farbichte Streifen zeigten sich auch innerhalb des Schattens. Sie nahmen nach den verschiedenen Winkeln des dunkeln Körpers verschiedene Krümmungen an. Grimaldi wendet übrigens diese wichtige Entdeckung blos auf die Entscheidung der sehr unwichtigen Frage an, ob das Licht eine Substanz oder Qualität sey, und entscheidet endlich für die Aristoteliker dahin, es sey eine qualitas, aber nicht substantialis, sondern accidentalis.

Newton hat diese Versuche des Grimaldi und Hook viel weiter getrieben, und im dritten Buche seiner Optik weitläuftig davon gehandelt. Er fand im verfinsterten Zimmer den Schatten eines Haares viel breiter, als ihn gerade fortgehende Stralen machen konnten. Er schloß aus den Phänomenen, daß das Haar in eine ziemliche Entfernung auf die Lichtstralen wirke, und die nächsten am stärksten, entferntere immer weniger, von sich ablenke. Eben diese Erscheinungen zeigten Ritze auf polirten Glasplatten, und Haare, zwischen solche Platten gelegt. Die Schatten aller Körper fand er mit drey farbigen Lichtsäumen umgeben, deren Breiten und Zwischenräume sich wie die Zahlen 1, $\sqrt{\frac{1}{2}}$, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{4}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$ verhielten.

Er ließ einen Lichtstral zwischen zwoen scharfen etwa $\frac{1}{400}$ Zoll von einander entfernten Messerschneiden durchgehen. Dieser theilte sich in zween Theile, und ließ zwischen beyden einen dunkeln schwarzen Schatten, welcher desto breiter ward, je näher er die Schneiden zusammenrückte, bis endlich bey der Berührung derselben alles Licht verschwand. Dasjenige Licht nemlich, welches zunächst an

jeder Schneide vorbeygieng, ward am stärksten von ihr abgebogen, das in der Mitte durchgehende am wenigsten, und da das Licht in der Mitte gebogen zu werden, oder der Schatten daselbst zu erscheinen anfieng, wenn die Schneiden $\frac{1}{400}$ Zoll von einander abstanden, so schloß Newton, daß sich die Wirkung jeder Schneide bis auf die Entfernung von $\frac{1}{800}$ Zoll erstrecke.

Newton hat zwar auch einige Versuche über die innerhalb des Schattens entstehenden Farben, oder über die Beugung des Lichts, die nach den Körpern zu geschieht, angestellt, aber andere Beschäftigungen hinderten ihn, diese Untersuchungen fortzusetzen. Maraldi (Mém. de Paris. 1723.) hat diesen Theil weiter bearbeitet, und gefunden, daß undurchsichtige cylindrische Körper, in das Sonnenlicht gehalten, bis auf eine Entfernung, die ihrer 38—45 fachen Dicke gleich ist, einen ungemischten schwarzen Schatten werfen, der aber in größern Entfernungen in der Mitte heller wird, und nur an den beyden Rändern mit breiten dunklen Streifen begrenzt ist. Im verfinsterten Zimmer nahm er eben dieselbe Erscheinung, und die schon von Grimaldi beobachteten farbichten Streifen auch innerhalb der Schatten von Haaren, Schweinsborsten und schmalen Platten wahr.

Du Tour (Mém. presentés, Vol. V. pag. 636. sqq.), de l'Isle (Mém. pour servir à l' hist. et au progrés de l'astron. Petersbourg 1738. 4. pag. 205. sqq.) und le Cat (Traité des sens, pag. 299.) haben noch mehrere Versuche über die Phänomene der Beugung des Lichts mitgetheilt. Der letztere bemerkt, daß sich die Gegenstände, wenn man sich dem von ihrem Rande ins Auge fallenden Lichtkegel mit dem Finger nähert, gegen den Finger zu auszubreiten scheinen, woraus er die verschiedenen Bewegungen der Schatten erklärt, welche man sieht, wenn Wolken vor der Sonne vorübergehen.

Herr Klügel (Uebers. von Priestley Geschichte der Optik. Zusatz S. 392.) führt einen Versuch an, wo Beugung mit Brechung verbunden ist. Man halte, sagt er, ein Bret, worauf ein paar Stecknadeln befestiget sind,

senkrecht in ein Gefäß mit Wasser, dergestalt, daß die obere der Nadeln die Oberfläche des Wassers berühre. Darauf bringe man das Auge mit dieser Nadel und dem Bilde der untern in eine gerade Linie, so wird dieses Bild gespalten erscheinen. Hält man das Auge etwas von dem Brete abwärts, so erscheint das Bild, wie eine Gabel, deren Zacken weit feiner sind, als der Stiel, oder der ungespaltne Theil des Bildes. Wo die Zacken sich krümmen und in den Stiel zusammenlaufen, welches neben dem Knopfe der obern Nadel geschieht, erscheint ein feiner hellrother Strich auswärts. Bewegt man das Auge nach dem Brete hin, daß der Kopf der untern Nadel dem Kopfe der obern sich nähert, so verliert sich der Stiel der Gabel, und die beyden Zacken laufen oben in einen Halbkreis zusammen, der Farben spielt. Sobald man die obere Nadel das Wasser nicht berühren läßt, fallen alle diese Erscheinungen weg, und das Bild wird, wie eine wirkliche Nadel, von der obern bedeckt.

Es ist aus den angeführten Versuchen unläugbar, daß Lichtstralen, welche nahe bey dichten Körpern vorbeyfahren, von ihrem Wege abgelenkt, und zum Theil von den Körpern hinweg, zum Theil auch gegen die Körper zu gebogen werden, auch daß sie sich hiebey in Farben zerstreuen. Noch ist aber diese Eigenschaft des Lichts zu wenig untersucht, als daß man sie auf so bestimmte Gesetze, wie die Zurückwerfung und Brechung, zurückführen, und einer mathematischen Berechnung unterwerfen könnte.

Ueber die Ursache der Beugung hat Newton mit der ihm eignen Bescheidenheit nichts zu bestimmen gewagt, sondern am Ende seiner Optik blos folgende Fragen aufgeworfen.

1. Wirken nicht die Körper schon in einiger Entfernung auf das Licht, und beugen dadurch die Lichtstralen? Und ist nicht diese Wirkung, bey sonst gleichen Umständen, in der geringsten Entfernung am stärksten?

2. Sind nicht die in der Brechbarkeit verschiedenen Stralen auch in der Biegbarkeit verschieden, und werden sie nicht durch die verschiedenen Beugungen von ein-

ander gesondert, und bringen dadurch die farbigen Säume hervor?

3. Werden nicht die Lichtstrahlen, indem sie neben den Rändern und Seiten der Körper vorbeygehen, mehrmals hin und her, auf eine schlangenförmige Art, gebogen? Entstehen nicht vielleicht die drey Farbensäume aus drey solchen Beugungen?

4. Fangen nicht die Lichtstralen, die auf Körper fallen, und von ihnen gebrochen oder zurückgeworfen werden, ehe sie noch die Körper berühren, an, gebogen zu werden? Und geschieht nicht Zurückwerfung, Brechung und Beugung durch eine und ebendieselbe Kraft, die sich unter verschiednen Umständen verschiedentlich äußert?

Man sieht wohl, daß Newton geneigt ist, die Beugung als eine Wirkung der Anziehung der Körper gegen das Licht zu betrachten. Smith (Lehrbegrif der Optik, I. Buch. §. 186.) zeigt, daß eine solche anziehende Kraft unendlich stärker seyn müsse, als die Schwere. Andere Naturforscher, z. B. von Mairan, dü Tour, dü Sejour (Mém. de Paris 1775.), erklären die Beugung durch Atmosphären, welche sie um die Körper herum annehmen, die aus verdichteter Materie bestehen, und die durchgehenden Lichtstralen brechen sollen.

Diese Eigenschaft des Lichts hat Einfluß in die Astronomie. Sie ändert die Maaße der Weiten, die man durch das Mikrometer nimmt, und verursacht vermuthlich den Ring, den man bey gänzlichen Sonnenfinsternissen um den Mond siehet, s. Atmosphäre des Monds.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 133. 231. 284. u. f.

Smiths Lehrbegrif der Optik, durch Kästner, S. 441.

**Bewegbarkeit**, Beweglichkeit, Mobilitas, *Mobilité*. Die Fähigkeit der Körper, sich bewegen zu lassen. Da kein Körper bekannt ist, der nicht durch hinreichende Kräfte bewegt werden könnte, und das Außenbleiben der Bewegung in manchen Fällen stets durch äußere Hindernisse, z. B. Zusammenhang, Reibung u. dgl. bewirkt wird, so sieht man die Bewegbarkeit für eine allgemeine Eigen-

schaft oder für ein allgemeines Phänomen der Körper an; in dieser Bedeutung des Worts ist alle Materie beweglich (mobilitas absoluta).

Oft heißt aber auch ein Theil eines Körpers beweglich (mobilitas respectiva), wenn man ihn mit geringer Kraft in andere Lagen gegen die übrigen Theile bringen kan, z. B. das bewegliche Fernrohr am Quadranten.

**Bewegung**, Motus, *Mouvement*. Bewegung ist Veränderung des Orts, oder der Zustand eines Körpers, in dem er seinen Ort ändert. Es gehört nicht hieher, die metaphysischen Begriffe von Raum, Ort und Bewegung aus einander zu setzen, oder die Zweifel zu heben, welche die Sceptiker der Wirklichkeit der Bewegungen entgegengesetzt haben. Uns ist genug, daß wir durch alle unsere Sinne an den Körpern unzählbare Veränderungen ihres Orts wahrnehmen, daher der Ausdruck: Ein Ding bewegt sich, auch dem gemeinsten Menschen verständlich ist. Alle Veränderungen der Körperwelt geschehen durch Bewegung, ohne welche die ganze Natur todt und unwirksam seyn würde. Daher kan der Naturforscher die Bewegung als ein unstreitiges, durch unzählbare Beobachtungen erwiesenes, Phänomen annehmen, ohne sich in metaphysische Labyrinthe zu verirren, in welchen er wenig für das Wohl seiner Mitmenschen Brauchbares zu finden hoffen darf. Und wenn er seine Unwissenheit über die Natur und den Ursprung der Bewegungen offenherzig gestehen muß, so kan er sich dagegen rühmen, das eigentlich Brauchbare — die Gesetze der Bewegung — ziemlich genau zu kennen.

Wir bestimmen das Wo oder den Ort, in dem sich ein Körper befindet, durch seine Lage gegen andere Gegenstände, und nehmen also da Bewegung an, wo sich eines Körpers Lage gegen andere ändert. Abwesenheit der Bewegung, oder Beharren in ebenderselben Lage gegen andere Körper, heißt für uns Ruhe. So scheint uns der Horizont zu ruhen, weil er gegen uns selbst und gegen die irdischen Gegenstände immer einerley Lage behält. Aendert

sich die Lage zweener Gegenstände gegen einander, und glauben wir aus andern Erfahrungen den einen dieser Gegenstände ruhend, so schreiben wir dem andern Bewegung zu. So legt man der Sonne eine Bewegung bey, weil sie ihre Lage gegen den ruhend scheinenden Horizont ändert; ein Kind auf einem Kahne glaubt die Bäume am Ufer bewegt zu sehen, weil es sich selbst beym stillen Fortgange des Kahns für ruhend hält, und also die veränderte Lage der Bäume gegen sein Auge für Bewegung derselben nimmt. Bey Wahrnehmung veränderter Lagen der Körper muß also vorher ausgemacht werden, welcher Körper der ruhende sey, ehe man wissen kan, welcher der bewegte ist. In vielen Fällen ist dies leicht zu bestimmen, in andern schwerer; Täuschungen dieser Art haben die Verbreitung und Erweiterung der nützlichsten Wahrheiten Jahrtausende lang verhindert.

Bey Bewegungen, welche man als wirkliche erkennt, hat man folgende Umstände in Betrachtung zu ziehen: 1) die Ursache der Bewegung, 2) die bewegte Masse, 3) die Richtung der Bewegung, 4) den zurückgelegten Weg oder Raum, 5) die Zeit, 6) die Geschwindigkeit, und 7) die Größe der Bewegung.

1) Die Ursachen der Entstehung und Aenderung der Bewegungen liegen in eine tiefe Dunkelheit verhüllt. Daß Bewegung aus Ruhe nicht ohne Ursache entstehen, auch eine Bewegung in eine andere nicht ohne Ursache übergehen könne, ist klar, sobald man bedenkt, daß Ruhe und Bewegungen verschiedner Art verschiedne Zustände des Körpers sind, deren einen er mit dem andern nicht ohne Grund vertauschen kan, s. Trägheit. Dies stimmt auch mit der Erfahrung überein; wenigstens nehmen wir bey den meisten Bewegungen und ihren Aenderungen gewisse unverkennbare Ursachen derselben wahr, ob wir gleich die Natur derselben nicht kennen, und nicht wissen, wie sie Bewegung hervorbringen und ändern. Eine der vornehmsten dieser Ursachen, und die unserm Beobachtungskreise am nächsten liegt, ist die Kraft der Menschen und Thiere. Wir bewegen durch freywil-

ligen Entschluß auf eine für uns selbst unerklärbare Weise unsere Glieder, und Körper, welche mit denselben verbunden sind; und die Thiere thun dies auf eine ähnliche Art. Da das hieben angewandte Bestreben Kraft heißt, und diese Kraft eine so reichhaltige Quelle von Bewegungen ist, so hat man für gut gefunden, diesen Namen auf alle Ursachen der Entstehung und Aenderung von Bewegungen auszudehnen, und also alles, was den Zustand eines Körpers in Absicht auf Ruhe und Bewegung ändert oder zu ändern strebt, Kraft zu nennen. Dies ist weiter nichts, als Benennung einer Ursache, welche vorhanden seyn muß, deren Natur und Wirkungsart aber uns eben so verborgen ist, als das, was uns die Hand führt, wenn wir das Wort Kraft schreiben.

Ein bewegter Körper setzt andere, die er antrift, mit sich in Bewegung, wenn sie ruhen, oder ändert ihre Bewegungen, wenn sie schon vorher bewegt sind. Dies heißt Mittheilung der Bewegung. So setzen Menschen und Thiere auch andere Körper in Bewegung, ein Stein z. B. wird durch die Kraft des Menschen geworfen, eine Kugel bewegt die andere durch ihren Stoß. Dies ist eine zweyte Entstehungs- und Aenderungsart der Bewegungen, von welcher die Artikel: Mittheilung der Bewegung und Stoß handeln.

Bey diesen beyden Entstehungsarten der Bewegung ist es sichtbar, daß sie ihren Grund in einer äußern, nicht im bewegten Körper befindlichen, Ursache haben. Die Bewegung meiner Hand hat ihren Ursprung nicht aus der Hand, welche sich im todten Körper nicht mehr regen wird; sie entspringt offenbar aus dem Entschlusse eines frey handelnden vom Körper unterschiedenen Wesens; der geworfne Stein wird vom Menschen, die ruhende Kugel von der stoßenden bewegt. Aber es giebt auch Bewegungen, bey welchen eine äußere Ursache ihrer Entstehung oder Aenderung nicht so sichtbar ist. Ein freygelassener Stein fällt lothrecht auf die Erde nieder; der Mond läuft ununterbrochen in einer krummlinigten Bahn mit stets veränderter Richtung um die Erde, ohne daß man äußere Ursachen

jener Bewegung oder dieser beständigen Veränderung bemerken könnte. Da inzwischen Ursachen vorhanden seyn müssen, und alle solche Ursachen Kräfte heißen, so sagt man, der Stein werde durch eine Kraft gegen die Erde getrieben, der Mond durch eine Kraft in seiner krummlinigten Bahn erhalten. Dergleichen Kräfte sind die Gravitation, die Schwere, alle Arten der Anziehung überhaupt, die Elasticität u. s. w. Alles dies sind Namen, die man den Ursachen gewisser unläugbaren Phänomene beylegt, um sie benennen, nicht um sie erklären zu können. Sehr viele Naturforscher haben dergleichen Kräfte nicht zulassen, vielmehr alle Bewegungen lebloser Körper aus Mittheilung und Stoß erklären wollen. Sie haben daher Materien erdacht, welche durch ihren Stoß oder Druck Schwere, Zusammenhang der Körper, Elasticität, Bewegung in krummlinigten Bahnen u. s. f. veranlassen sollten. Theils aber werden solche Materien blos willkührlich und ohne Erfahrungen angenommen; theils erklären sie doch nie das ganze Phänomen, weil immer die Frage übrig bleibt, was für eine neue Ursache diese Materien in Bewegung setze? Ich halte es daher für besser, die eingeführten Namen der Kräfte, als Bezeichnungen von Phänomenen, beyzubehalten, welches sowohl der Kürze halber vortheilhaft, als auch bey den mathematischen Berechnungen der Bewegungen brauchbar und fast unentbehrlich ist. Nur muß man nie vergessen, daß diese Namen nur Bezeichnungen, nicht Erklärungen von Phänomenen seyn sollen, deren eigentliche Entstehungsart bis hieher für den Menschen unerklärbar geblieben ist, s. Kraft.

Einmal entstandne Bewegung dauert ohne weiteres Zuthun der bewegenden Kraft fort, s. Trägheit. So erhalten sich die Himmelskörper in ihren Bahnen durch die Fortdauer der ihnen einmal mitgetheilten Bewegung. Aber der erste Ursprung dieser sowohl, als aller übrigen Bewegungen, liegt außer der Körperwelt, in dem erhabnen Wesen, welches eben sowohl die erste Ursache der Bewegung, als die Ursache der Welt selbst, ist, und dessen

Art zu wirken der Mensch in diesem Leben nie durchschauen wird.

Dies ist es, was ich im Allgemeinen über die Ursachen der Entstehung und Aenderung der Bewegungen zu sagen weiß. Ich gestehe gern, daß es nicht viel sey; inzwischen ist es mit keinen aus der Luft gegriffenen Hypothesen vermischt, und zureichend, um die ganze Mechanik des Himmels und der Erde daraus herzuleiten. Andere glauben vielleicht, hierinn heller zu sehen, und zum Beyspiele hievon will ich aus Herrn Lichtenbergs Magazin für das Neuste aus der Physik ꝛc. (III. B. 2 St. S. 19 u. f.) mit wenigem anführen, was für Begriffe sich ein neuerer physikalischer Schriftsteller (Geologie, oder Betrachtung der Erde, von F. W. Sack, kön. Hof- und Kriminalgerichtsrath, Breslau 1785. gr. 8.) von dem Ursprunge und der Natur der Bewegung mache.

Der Begrif von Bewegung, sagt Herr Sack, daß bey ihr ein Körper seinen Ort ändert, ist unzulänglich; denn wenn ein Stein an einem Faden hängt, und dieser nach einiger Zeit zerreißt, so ist dies Zerreißen ein Produkt der Bewegung, und der Stein kan auch vor dem Zerreißen nicht in Ruhe am Faden gewesen seyn. Mit dem Druck ist es eben so. Die Bewegung ist also nicht als Produkt, sondern als Matrix der Welt anzusehen; sie ist ein Ingrediens der Bestandtheile jedes Atoms, dem Bewegung nach allen Gegenden von Natur wesentlich eigen ist. Ist die Bewegung des Atoms nach allen Gegenden zugleich und gleich stark vorhanden, so zeigt sich zwar scheinbare Ruhe, welche aber nichts anders, als ein Produkt mehrerer Bewegungen ist, und also der Bewegung selbst nicht entgegengesetzt werden kan. Wahre Ruhe kömmt in der ganzen Welt nicht vor.

Um nun die Bewegung eines geworfenen Steins zu erklären, sagt Hr. Sack, es werde die der Hand ebenfalls wesentlich eigne Bewegung nach allen Gegenden, mit einer der Bewegungen des Steins vereiniget, und nun verlasse er die vorige scheinbare Ruhe. Wegen der Vereinigung mit der Hand könne er nun auch die bestimmte Bewegung

allein und isolirt fortsetzen, weil die Hand die ihrige nicht weiter fortsetze. — Die Frage, wodurch es der Hand möglich werde, ihre gleichfalls scheinbare Ruhe zu verlassen, müsse aus der Structur des menschlichen Körpers erklärt werden (das heißt doch wohl, die Bewegung hat ihren Grund im Bau des Körpers, also sie ist Wirkung dessen, was die Sprache Kraft nennt, sie ist Product der Kraft).

Den Satz der Trägheit läugnet Hr. S. gänzlich, und meynt, jedes Projectil, d. i. jeder gestoßene oder geworfene Körper müsse mit der Zeit aufhören, sich zu bewegen, weil während einer solchen Bewegung die übrigen ihm angebohrnen Bewegungen in Zwang gesetzt würden (wobey mir der Zusammenhang des Satzes selbst mit dem angegebnen Grunde ganz unbegreiflich ist).

Außer der allgemeinen Bewegung der Atomen ist auch denen, welche einen Weltkörper bilden sollen, noch eine besondere überwiegende und ohne Stoß thätige Bewegung angebohren, die Hr. S. die concentrirende, oder die Schwere nennt. Diese macht, daß jeder Weltkörper ein Ganzes wird, und daß mehrere Weltkörper sich nicht mit einander vermengen können. Dies geht so weit, daß ein Stein, aus dem Jupiter in unsern Luftkreis gebracht, nicht wie ein irdischer Stein niederfallen würde (und ist offenbar falsch, weil die Beobachtungen sehr deutlich lehren, daß alle Weltkörper, d. h. die Materien aller Weltkörper, gegen einander schwer sind).

Wer nun begierig ist, sich aus diesen den Atomen angebohrnen Bewegungen nach allen Gegenden und aus dieser Matrix der Welt, die Phänomene der Bewegung und die Mechanik des Himmels erklären zu lassen, den muß ich auf das Werk des Herrn S. selbst verweisen, welches eigentlich die Absicht hat, Newtons System der physischen Astronomie umzustoßen, obgleich das, was Hr. S. diesem System entgegensetzen will, viel zu schwach ist, als daß es nur einen einzigen Satz desselben wankend machen, geschweige denn seine Gründe erschüttern könnte.

2) Die bewegte Masse muß bey der Bewegung darum in Betrachtung kommen, weil die Größe der Be-

wegung selbst von der Menge dieser Masse abhängt. Doppelt so viel Masse bewegen, heißt unstreitig, doppelt so viel thun, als die einfache Masse eben so bewegen. Wir fühlen auch, daß zur Bewegung der doppelten Masse doppelt so viel Anstrengung, doppelt so viel Aufwand von Kraft nöthig ist, als zu einer ähnlichen Bewegung der einfachen Masse. Da nun die Masse der Körper auf der Erdfläche durch ihr Gewicht erkannt wird, s. Masse, so kömmt hier auch oft das Gewicht bewegter Körper in Betrachtung, doch nicht als Gewicht, sondern als Ausdruck für die Größe der Masse. Zwey Pfund bewegen, ist doppelt so viel, als ein Pfund eben so bewegen: nicht darum, weil zwey Pfund doppelt so schwer sind (denn der Satz bleibt auch noch wahr, wenn die Wirkung der Schwere aufgehoben wird, d. i. wenn die Körper auf dem Boden ruhen, oder an Fäden hangen), sondern darum, weil zwey Pfund doppelt so viel Masse haben. Wir werden in den Sätzen von der Bewegung die Masse stets durch die Buchstaben M und m ausdrücken.

3) Die Richtung der Bewegung heißt die gerade Linie nach der Gegend, nach welcher ein bewegter Punkt, entweder seinen ganzen Weg hindurch, oder an einer einzelnen Stelle desselben, fortgeht. Wenn bey dem einfachsten Falle alle Punkte an dem Körper sich durchaus auf gleiche Weise bewegen, so braucht man nur die Bewegung eines einzigen Punkts zu betrachten. Die durch Bewegung dieses Punkts beschriebne Linie heißt dann der Weg, oder die Bahn des bewegten Körpers. Ist der Weg geradlinigt, oder wird er mit einerley unveränderter Richtung beschrieben, so giebt er selbst die Richtung an; ist er krummlinigt, oder ändert sich die Richtung alle Augenblicke und an jeder Stelle des Weges, so wird, wie in der Geometrie, die Richtung an jeder Stelle durch die Tangente der krummen Linie an dieser Stelle bestimmt. Diese Tangente nemlich geht nach der Gegend hin, nach welcher der bewegte Punkt an dieser Stelle auch geht, und zu gehen fortfahren würde, wenn er hier mit einenmale aufhörte, seine Richtung weiter zu ändern.

Bewegen sich nicht alle Punkte an einem Körper auf gleiche Weise, so muß eines jeden Bewegung und Richtung besonders betrachtet werden. Daher läßt sich jede Bewegung als Bewegung eines Punkts betrachten.

4) Die Länge des durch eine Bewegung zurückgelegten Wegs heißt der Raum. Da immer nur Bewegung von Punkten betrachtet wird, so ist dieser Raum stets eine gerade oder krumme Linie. Hiedurch wird die Betrachtung der Bewegungen geometrisch, und es lassen sich auf dieselbe die erhabensten Lehren der Meßkunst anwenden. Der Raum soll in den Formeln von der Bewegung durch die Buchstaben S und s angezeigt, und angenommen werden, daß man seine Länge in Tausendtheilen eines rheinl. Schuhes ausdrücke.

5) Jede Bewegung, auch durch den kleinsten Raum, erfordert Zeit. Wenn die Punkte A und B aus einander liegen, so kan der Körper, der sich von A nach B bewegt, nicht in A und B zugleich seyn: der Augenblick, da er in A ist, ist von dem, da er in B ist, unterschieden. Während des Zeitraums zwischen beyden Augenblicken geht der Körper von A in B über. Diese Schlüsse gelten, so klein auch die Entfernung des A von B sey; oder auch die kleinste Bewegung erfordert Zeit. Diese Zeit wird im Folgenden durch die Buchstaben T, t, bezeichnet, und in Secunden ausgedrückt angenommen.

6) Aus der Vergleichung der Räume und Zeiten entsteht der Begrif von Geschwindigkeit (celeritas, velocitas, *vitesse*). Eine Bewegung heißt geschwinder, als eine andere, wenn bey ihr in ebenderselben Zeit ein längerer Raum, oder ebenderselbe Raum in einer kürzern Zeit zurückgelegt wird. Doppelt so geschwind nennt man eine Bewegung, wenn bey ihr in eben der Zeit ein doppelter Raum, oder ebenderselbe Raum in der Helfte der Zeit durchlaufen wird. Daher ist Geschwindigkeit ein relativer Begrif, d. h. man kan nicht sagen, wie geschwind eine Bewegung, sondern nur, wie vielmal sie geschwinder, oder weniger geschwind, als eine andere, sey. Nimmt man inzwischen eine bekannte Geschwindigkeit zur Einheit an,

so läßt sich jede andere durch die Zahl ausdrücken, die eben so vielmal grösser oder kleiner als 1 ist, so vielmal die Geschwindigkeit größer oder kleiner ist, als die zur Einheit angenommene.

Wir werden im Folgenden diejenige Geschwindigkeit zur Einheit annehmen oder = 1 setzen, mit welcher in einer Secunde Zeit ein Raum von $\frac{1}{1000}$ rheinl. Fuß zurückgelegt wird. Unter dieser Voraussetzung würde diejenige, mit welcher in einer Secunde ein ganzer rheinl. Fuß beschrieben wird, = 1000 seyn. Die Geschwindigkeiten werden wir, wenn sie unveränderlich sind, mit den Buchstaben C, c, wenn sie veränderlich sind, mit V, v, bezeichnen.

7) Die Größe der Bewegung (quantitas motus, *quantité du mouvement*) hängt offenbar von der Menge der bewegten Masse und der Geschwindigkeit der Bewegung ab. Zwey Pfund bewegen, ist doppelt so viel, als ein Pfund eben so geschwind bewegen. Einen Körper mit der Geschwindigkeit 2 bewegen, ist auch doppelt so viel als eben denselben mit der Geschwindigkeit 1 bewegen. Hieraus übersieht man leicht, daß z. B. zwey Pfund mit der Geschwindigkeit 3 bewegen, sechsmal so viel sey, als ein Pfund mit der Geschwindigkeit 1 fortführen. Dies heißt allgemein ausgedrückt: Größen der Bewegungen verhalten sich, wie die Producte der bewegten Massen in die Geschwindigkeiten, oder: Wenn zweener bewegten Körper Massen M, m, ihre Geschwindigkeiten C, c, heißen, so verhalten sich die Größen ihrer Bewegungen, wie MC : mc. Setzt man die Größe derjenigen Bewegung MC, = 1, bey welcher die Masse M = 1 (ein Pfund z. B., wenn die Massen in Pfunden ausgedrückt werden) mit der Geschwindigkeit C = 1 fortgeführt wird, so wird diese Verhältniß 1 : mc, und es läßt sich sagen, daß die Größe der andern Bewegung mc mal größer, als 1, d. i. der Zahl mc gleich sey. Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Größe jeder Bewegung durch das Product der Masse in die Geschwindigkeit, d. i. durch mc selbst ausdrücken. Sechs Pfund in einer Secunde durch einen

rheinl. Fuß geführt, geben so eine Bewegung, deren Größe = 6000 ist.

Die Bewegung wird, in Rücksicht auf die Veränderung der Lage, aus welcher man sie erkennet, in absolute und relative, in gemeinschaftliche und eigne, auch in scheinbare und wirkliche: in Absicht auf die Kräfte oder Ursachen, welche sie hervorbringen, in einfache und zusammengesetzte; in Absicht auf die Richtung in geradlinigte und krummlinigte; endlich in Absicht auf die Geschwindigkeit in gleichförmige und veränderte eingetheilt. Die veränderte Bewegung ist entweder beschleunigt oder vermindert; und die beschleunigte entweder gleichförmig - oder ungleichförmig - beschleuniget. Von diesen verschiedenen Arten der Bewegung folgen hier umständlichere Nachrichten in alphabetischer Ordnung.

Absolute Bewegung, Motus absolutus, *Mouvement absolu*. Veränderung des absoluten Orts, oder Uebergang aus dem Raume, in welchem der Körper vorher war, in einen andern. Der geometrische Raum, welchen ein Körper einnimmt, gleichsam als ein Theil des ganzen Weltraums betrachtet, heißt sein absoluter Ort, Bewegung aus diesem Theile in einen andern Theil absolute Bewegung. Wir selbst sind mit der ganzen Erde stets in absoluter Bewegung, und die neusten Entdeckungen der Sternkunde machen es wahrscheinlich, daß alle Weltkörper absolute Bewegungen haben, ob wir gleich dieselben gar nicht oder doch erst nach langen Zeiten bemerken.

Beschleunigte Bewegung Motus acceleratus, *Mouvement acceleré*. Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit größer wird. Eine solche Bewegung entsteht, wenn in dem bewegten Körper eine Kraft noch während der Bewegung zu wirken fortfährt, und ihm über die Geschwindigkeit, die er von seiner vorigen Bewegung her beybehält, noch immer neue Geschwindigkeit giebt. So wirkt die Schwere in den fallenden Körper. Man s. die Worte Beschleunigung, und im Fortgange dieses Artikels: gleichförm g = beschleu-

nigte Bewegung, Ungleichförmig-beschleunigte Bewegung.

Eigne Bewegung, Motus proprius, *Mouvement propre.* Bewegung, welche ein Körper für sich allein, und nicht mit andern Körpern gemein hat oder zu haben scheint. So bemerken wir an der Sonne, dem Monde, den Planeten und Kometen außer ihrem täglichen Umlaufe um den Himmel, den sie mit den Fixsternen gemein haben, noch eigne Bewegungen, mit welchen sie ihre Stellen unter den Fixsternen von Zeit zu Zeit ändern. Diese eigne Bewegung wird in der Sternkunde auch die zweyte Bewegung (motus secundus) genannt.

Einfache Bewegung, Motus simplex, *Mouvement simple.* Bewegung, welche entweder nur von einer einzigen Kraft, oder von mehreren, welche nach einerley oder nach geradlinigt entgegengesetzten Richtungen wirken, hervorgebracht wird. So sind der Fall der Körper, welcher blos durch die Schwere bewirkt wird, ingleichen der Lauf eines Wagens, den mehrere Pferde nach einerley Richtung ziehen, und das Aufsteigen eines lothrecht in die Höhe geworfenen Körpers, wo die Schwere der Richtung des Wurfs geradlinigt entgegen wirkt, einfache Bewegungen. Eine einfache Bewegung ist stets geradlinigt; sie erfolgt nemlich nach der geraden Linie, in welcher die Richtung der Kraft oder die Richtungen der mehreren Kräfte liegen.

Gemeinschaftliche, gemeine Bewegung, Motus communis, *Mouvement commun.* Bewegung, welche ein Körper mit andern gemein hat oder zu haben scheint. So scheinen alle himmlische Körper den 24 stündigen Umlauf um den Himmel mit einander gemein zu haben, welcher daher ihre gemeine Bewegung, auch die tägliche oder erste Bewegung (motus diurnus s. primus, *mouvement diurne*) genannt wird, wie denn auch die scheinbare Himmelskugel selbst, in so fern sie dieser Bewegung unterworfen zu seyn scheint, das Primum mobile, und die Zeit, in welcher diese Bewegung erfolgt, mit ihren Theilen, Zeit der ersten Bewegung (tempus primi mobilis) heißt, s. Sternzeit. Wer ohne Schwanken und

Schüttern in einem Kahne fortfährt, hat mit den neben ihm im Kahne befindlichen Personen und Gegenständen eine gemeinschaftliche Bewegung. Körper, die gemeinschaftliche Bewegungen haben, verändern dabey ihre Lagen gegen einander nicht, oder sind in relativer Ruhe, wenn nicht eigne Bewegungen hinzukommen.

Geradlinigte Bewegung, Motus rectilineus, *Mouvement rectiligne.* Bewegung, wobey der zurückgelegte Weg oder Raum eine gerade Linie ist. Alle einfachen Bewegungen sind geradlinigt. Auch zusammengesetzte Bewegungen sind geradlinigt, wenn die Kräfte, durch welche sie hervorgebracht werden, an allen Stellen des Wegs parallele Richtungen und gleiche Verhältnisse gegen einander behalten, s. zusammengesetzte Bewegung. Wenn endlich ein Körper blos eine ihm mitgetheilte Bewegung ohne Zuthun einer andern Kraft fortsetzt, so ist sein Weg ebenfalls geradlinigt. Wenn es dem Schöpfer gefiele, des Monds Gravitation gegen die Erde und die übrigen Himmelskörper plötzlich aufzuheben, so würde derselbe nach der Tangente seiner Bahn in einer geraden Linie fortgehen.

Gleichförmige Bewegung, Motus uniformis f. aequabilis, *Mouvement uniforme.* Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit immer gleich bleibt, oder der in gleichen Zeiten immer gleiche Räume zurücklegt. Auch diese immer gleiche Geschwindigkeit wird gleichförmig (celeritas uniformis f. aequabilis, *vitesse uniforme*) genannt. So soll der Zeiger einer richtigen Uhr jede Stunde, Minute u. s. w. gleich weit gehen, oder seine Bewegung soll gleichförmig seyn, immer mit gleichförmiger Geschwindigkeit geschehen. Ein einmal bewegter Körper wird, wenn weiter nichts auf ihn wirkt, seine einmal erhaltene Bewegung gleichförmig fortsetzen.

In der That aber finden völlig gleichförmige Bewegungen in der Körperwelt fast niemals statt. Die überall vorkommenden Hindernisse der Bewegung, hauptsächlich das Reiben und der Widerstand der Mittel, heben bey allen Bewegungen von Zeit zu Zeit einen Theil ihrer Ge-

schwindigkeit auf, und bey Maschinen sind selbst die bewegenden Kräfte mancherley Veränderungen ausgesetzt. Vorkehrungen, die dagegen gemacht werden, können, da diese Veränderungen zufällig sind, wieder zu viel thun, und die Geschwindigkeit zur Ungebühr vermehren. Daher ist es so schwer, Uhrwerke von völlig gleichförmigem Gange zu erhalten. Und selbst beym richtigsten Uhrwerke ist doch die Bewegung, in ihren Theilen betrachtet, von der Natur der gleichförmigen sehr weit entfernt, weil der Fortgang, den die bewegende Kraft bewirkt, von Zeit zu Zeit durch kleine Stillstände unterbrochen wird, welche die Hemmung veranlasset, daher die Bewegung nicht in einem fortgehet, sondern sprungweise geschieht, wobey an wahre Gleichförmigkeit in den einzelnen Theilen gar nicht zu denken ist. Eine vollkommen gleichförmige Bewegung könnte nur im leeren Raume, wo Reibung und Widerstand wegfielen, oder in einem äußerst dünnen Mittel statt finden.

In der Theorie hingegen, wo wir diese Hindernisse entfernen, beruht alles, was wir von den Gesetzen der Bewegung wissen, auf der Betrachtung der gleichförmigen Bewegung, von welcher hier nothwendig einige Sätze beygebracht werden müssen.

I. **Wege oder Räume, die mit gleichförmigen Geschwindigkeiten in einerley Zeit zurückgelegt werden, verhalten sich, wie die Geschwindigkeiten.** Jedermann wird sagen, daß eine unverändert bleibende Geschwindigkeit dreymal so groß, als eine andere, sey, wenn durch sie in eben der Zeit dreymal so viel Raum beschrieben wird, als durch die andere.

II. **Zeiten, in denen einerley Räume mit gleichförmigen Geschwindigkeiten beschrieben werden, verhalten sich verkehrt, wie die Geschwindigkeiten.** Jeder räumt ein, daß eine unverändert bleibende Geschwindigkeit nur den dritten Theil einer andern betrage, wenn durch sie eben der Raum erst in drey Stunden zurückgelegt wird, zu dessen Zurücklegung bey der andern nur eine Stunde nöthig ist.

Man denke sich nun drey bewegte Körper, wo Raum, Zeit und Geschwindigkeit beym ersten $S, T, C$; beym zweyten $s, t, c$; beym dritten $S, t, k$ ist. So ist
für den ersten und dritten nach II. $C : k = t : T$.
für den zweyten und dritten nach I. $k : c = S : s$.

daher für den ersten und zweyten $C : c = St : sT = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$
d. i. Gleichförmige Geschwindigkeiten verhalten sich, wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten, oder: Die Verhältniß der Geschwindigkeiten ist aus der directen der Räume, und der verkehrten der Zeiten zusammengesetzt.

Aus diesem Satze folgt auch

$$S : s = CT : ct \text{ und } T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$$

Ist nun C diejenige Geschwindigkeit, die wir im vorigen $= 1$ gesetzt haben, auch $S = 1$ und also $T = 1$, so wird unter dieser Voraussetzung

$$c = \frac{s}{t}; \quad s = ct; \; t = \frac{s}{c}.$$

Man kan also sagen, die gleichförmige Geschwindigkeit gleiche dem Raume dividirt durch die Zeit, wenn nur hiebey alles in den oben No. 4. 5. 6. angegebnen Einheiten ausgedrückt wird. Wenn z. B. ein Körper in 5 Secunden 20 Tausendtheile des rheinl. Fußes zurücklegt, so ist seine Geschwindigkeit $= \frac{20}{5} = 4$, d. i. 4mal größer, als diejenige, die wir zur Einheit oder zum Maaße der Geschwindigkeit annehmen.

Diese Sätze gelten zwar nur von gleichförmigen oder unveränderten Geschwindigkeiten; es hängt aber auch alles das von ihnen ab, was sich von den veränderten Bewegungen bestimmen läßt, deren Geschwindigkeiten von Zeit zu Zeit wachsen oder abnehmen. Die Aenderungen der Geschwindigkeit nemlich werden nicht sprungweise, sondern so angenommen, daß die vorige Geschwindigkeit in die neue größere oder kleinere allmählich durch alle dazwischen befindliche Zustände, oder nach dem Gesetze der Stetigkeit übergeht. Ob dies in der Natur wirklich statt

finde, ist zwar eben die Hauptfrage, auf welche es bey Bestimmung der Natur und Wirkungsart der Kräfte sehr ankommen würde, s. Stetigkeit. Allein die Erscheinungen in der Körperwelt geben uns wenigstens keinen Anlaß, verstatten uns sogar keine Möglichkeit, das Gegentheil anzunehmen. Vielleicht mag es seyn, daß die Kräfte, welche die Geschwindigkeiten ändern, z. B. die Schwere, nicht stetig, sondern stoßweise wirken, und der vorigen Geschwindigkeit ihre Zusätze nicht ununterbrochen, sondern mit dazwischen fallenden Pausen geben — aber wir bemerken dergleichen Stöße und Pausen nicht; ein Stein auf unserer Hand scheint ununterbrochen zu drücken, und wir fühlen ihn keinen Augenblick von der Schwere verlassen. Ließen wir also auch Stöße und Pausen in der Aenderung der Geschwindigkeiten zu, so fehlte uns doch alle Möglichkeit, die Anzahl derselben, und wie viel jeder wirkte, zu bestimmen. Erklärungen dieser Art würden alle Möglichkeit einer Berechnung aufheben, und die ganze höhere Mechanik umstoßen. Diese ist ganz darauf gebaut, daß beschleunigende Kräfte stetig wirken (diese Stetigkeit mag nun blos Erscheinung, oder sie mag wirklich seyn), und ihre Resultate kommen in Absicht auf Schwere und Centralkräfte mit unsern Erfahrungen vom Falle der Erdkörper und vom Laufe der Himmelskörper genau überein.

Sobald wir aber stetige Aenderungen der Geschwindigkeit annehmen, wird die ganze Lehre von veränderter Bewegung auf Rechnung des Unendlichen zurückgeführt. Beydes ist so genau verbunden, daß sich die Rechnung des Unendlichen nach Newtons Vorstellungsart, oder unter dem Namen der Fluxionsrechnung, sogar aus dem Begriffe von stetig veränderter Bewegung herleiten und erweisen läßt, wie dies Maclaurin (Treatise on fluxions, Edinb. 1742. I. T. 4.) mit einer ganz eukliddeischen Schärfe und Deutlichkeit gethan hat. Zwo Geschwindigkeiten in zwo nahen Stellen des Weges können also einander so nahe kommen, als man will, wenn man nur den Abstand beyder Stellen klein genug annimmt, oder, wie dies in der Sprache der Differentialrechnung lautet: Zwo Geschwin-

digkeiten in unendlich nahen Stellen des Weges sind unendlich wenig unterschieden, d. h. **durch unendlich kleine Theile des Raums ist die Bewegung stets gleichförmig**, woben natürlich auch die Zeit, in welcher ein unendlich kleiner Theil des Raums durchlaufen wird, unendlich klein gesetzt werden muß.

Bey einer veränderten Bewegung heisse nun die Geschwindigkeit an irgend einer Stelle v, der zurückgelegte Raum s, die darauf verwendete Zeit t; so wird sich (nach den bey uns gewöhnlichen Bezeichnungen) der Raum um das Element ds ändern, indem die Zeit um das Element dt zunimmt. Da nun der unendlich kleine Raum ds in dem Zeittheile dt mit der an dieser Stelle statt findenden Geschwindigkeit v **gleichförmig** beschrieben wird, so ist

$$ds = v\,dt$$

auf welche Formel sich alle Betrachtungen veränderter Bewegung gründen. Die Formel selbst ist allgemein, und auch für gleichförmige Bewegung wahr; sie giebt, wenn man statt v eine beständige Geschwindigkeit = c setzt, durch Integration die obige Formel s = ct wieder.

Schriftsteller, welche hier der Rechnung des Unendlichen auszuweichen suchen, wie **Musschenbroek** (Introd. ad phil. nat. §. 343.) u. a., bedienen sich der Methode der Grenzen der Verhältnisse und der Zeichnung. Da bey gleichförmigen Bewegungen der Raum dem Producte der Zeit in die Geschwindigkeit gleich ist, so zeichnen sie für diesen Raum ein Rechteck ABCZ (Taf. IV. Fig. 56.), dessen eine Seite AB die Zeit, die andere BC die Geschwindigkeit darstellet. Bey veränderten Bewegungen nehmen sie die Seite, welche die Zeit ausdrückt, in viele kleine Theile, gleichsam Zeitelemente, wie AD, DM ꝛc. getheilt an, und setzen an jeden Theil eine senkrechte Linie, welche der demselben Zeittheile zukommenden Geschwindigkeit proportional ist, wie DE, MF ꝛc. Diese Linien sollten eigentlich Elemente des Flächenraums, oder kleine Rechtecke, wie DdeE, seyn, welche ein Product der Geschwindigkeit DE in das Zeitelement Dd ausdrückten, wenn dadurch die Differentialformel $ds = vdt$, d. i. $DdeE = DE \times Dd$

gehörig dargestellt werden sollte. Man kan aber den in jedem Zeittheile beschriebenen Raum wenigstens zwischen zwo Grenzen einschließen. Wäre im Zeittheile DM die Geschwindigkeit durchgängig DE gewesen, so würde der Raum DEfM; wäre sie durchgängig MF gewesen, so würde der Raum DeFM beschrieben worden seyn. Da sie nun weder das eine, noch das andere beständig geblieben, sondern von DE allmählig bis MF erwachsen ist, so muß der wirklich beschriebene Raum größer als DEfM, aber kleiner, als DeFM, seyn, welche Grenzen sich immer näher kommen, je kleiner die Zeittheile AD, DM rc. angenommen werden.

**Gleichförmig-beschleunigte Bewegung**, Motus uniformiter acceleratus, aequabiliter acceleratus, *Mouvement également acceleré.* Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit in gleichen Zeiten gleich stark zunimmt. Eine solche Bewegung entsteht, wenn eine **unveränderliche** Kraft in dem schon bewegten Körper zu wirken fortfährt, und ihm in gleichen Zeiten **immer gleiche** Zusätze zu seiner Geschwindigkeit giebt, wie die Schwere dem fallenden Körper, s. **Beschleunigung**.

Die Gesetze der gleichförmig-beschleunigten Bewegung lassen sich aus der beym Worte: **gleichförmige Bewegung** angeführten Formel $ds = vdt$, leicht herleiten. Man setze, ein ruhender Körper werde von einer unveränderlich fortwirkenden Kraft, die ihm in der Zeit 1 (oder 1 Secunde) die Geschwindigkeit $2g$ giebt, in Bewegung gesetzt. In der Zeit $t$ wird er durch die Fortdauer der Kraft die Geschwindigkeit $2gt$ erhalten haben. Daher ist stets $v = 2gt$; auch **verhält sich die Geschwindigkeit, wie, die Zeit** vom Anfange der Bewegung gerechnet.

Setzt man in der Formel für $v$, das gleiche $2gt$, so erhält man

$$ds = 2gtdt,$$

und so integrirt, daß der Körper im Anfang als ruhend angesehen, oder für $t = 0$; auch $s = 0$ gesetzt wird,

$$s = gt^2.$$

Das heißt: der Raum wird gleich der Quadratzahl der Zeit (in Secunden) multiplicirt durch die Helfte der in 1 Sec. erhaltenen Geschwindigkeit, wobey freylich alles auf die gehörigen Einheiten bezogen werden muß.

Weil g eine beständige Größe ist, so verhält sich s jederzeit wie $t^2$, d. i. die zurückgelegten Räume verhalten sich, wie die Quadratzahlen der Zeiten. Und da sich die Geschwindigkeiten wie die Zeiten verhalten, so verhalten sich die Räume auch, wie die Quadratzahlen der Geschwindigkeiten.

Der Raum, der in 1 Sec. Zeit zurückgelegt wird, ist g, weil für $t = 1$; $s = g$ wird. Hieraus erhellet, wie man bey jeder gleichförmig-beschleunigten Bewegung g durch Versuche oder Beobachtung finden könne. Man darf nemlich nur den Raum, der in 1 Sec. Zeit zurückgelegt wird, messen.

In zwo Secunden ist der durchlaufene Raum 4g, in dreyen 9g, in vieren 16g u.s.w. Die Unterschiede hievon, oder die Theile des Raums, die in einer Secunde nach der andern durchlaufen werden, sind g, 3g, 5g, 7g. Sie steigen, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 ꝛc., welche, mit g multiplicirt, die Räume für die erste, zweyte, dritte, vierte Secunde geben.

Hörte der Körper am Ende der Zeit t plötzlich auf, weiter beschleuniget zu werden, so würde er von nun an blos seine erlangte Geschwindigkeit $v = 2gt$ behalten, und mit dieser gleichförmig fortgehen. In der Zeit t würde er mit dieser Geschwindigkeit den Raum $2gt^2$ zurücklegen. Davon ist $gt^2$ oder s die Helfte, oder: Der gleichförmig-beschleunigte Körper geht in einer gegebnen Zeit nur halb so weit, als ihn in eben der Zeit seine zuletzt erlangte Geschwindigkeit würde geführt haben.

Eben diese Gesetze der gleichförmig-beschleunigten Körper finden Musschenbroek u. a. auf folgende Art. Taf. IV. Fig. 56. sey AB die Zeit der Bewegung, in kleine Theile, Zeitelemente, wie Dd, getheilt. Da sich die Geschwindigkeiten hier wie die Zeiten verhalten, so werden die

den Geschwindigkeiten proportionalen Linien DE, MF.... BC, an die gehörigen Theilungspunkte D, M...B angesetzt, mit den Endpunkten E, F...C in der geraden Linie AC liegen; denn so wird stets DE: BC = AD: AB seyn u. s. w. Der zurückgelegte Raum wird also aus der Summe aller Linien DE, MF...BC (eigentlich aus der Summe aller der unendlich kleinen Rechtecke, wie DdeE) bestehen, oder besser: Er wird größer seyn, als die Summe der innern Rechtecke DEfM, MFgN ꝛc. kleiner, als die Summe der äußern, AaED, DeFM u. s. w. Diese Summen kommen sich immer näher, je kleiner die Zeittheile AD, DM ꝛc. genommen werden, begreifen aber allemal das Dreyeck ABC zwischen sich. Für stetig veränderte Geschwindigkeit wir also der Raum durch das Dreyeck ABC ausgedrückt werden, so wie der in der Zeit AM beschriebne Raum durch das Dreyeck AMF. Die Dreyecke AMF und ABC aber verhalten sich, wie $AM^2$: $AB^2$, auch wie $MF^2$ : $BC^2$; d. i. die Räume verhalten sich, wie die Quadratzahlen der Zeiten, und der Geschwindigkeiten. Die in gleichen auf einander folgenden Zeittheilen beschriebenen Räume ADE, DEMF.... QKBC wachsen, wie die Zahlen 1, 3, 5, 7....; und der zurückgelegte Raum ABC ist halb so groß, als das Rechteck ABCZ, oder der Raum, der in eben der Zeit AB mit der letzten Geschwindigkeit BC gleichförmig wäre beschrieben worden.

So lang die Schwere als eine unveränderliche Kraft angesehen werden kan, muß sie die Körper mit gleichförmig-beschleunigter Bewegung forttreiben. Daß dieses der Erfahrung gemäß, und wie groß dabey das g unserer Formeln sey, wird bey dem Worte: **Fall der Körper**, umständlicher gezeigt werden.

Gleichförmig-verminderte Bewegung, Motus uniformiter retardatus, aequabiliter retardatus, *Mouvement également retardé*. Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit in gleichen Zeiten gleich stark abnimmt. Eine solche Bewegung entsteht, wenn eine unveränderliche Kraft dem bewegten Körper entgegenwirkt, und ihm in gleichen Zeiten immer gleich viel von seiner Geschwin-

digkeit benimmt, bis dieselbe endlich ganz erschöpft ist, und der Körper still steht. So wird die Bewegung eines lothrecht in die Höhe geworfenen Steins von der Schwere gleichförmig vermindert.

Die Gesetze der gleichförmig-verminderten Bewegung erhellen so. Man setze die anfängliche Geschwindigkeit des Körpers $= c$; dieser wirke eine Kraft entgegen, die dem ruhenden Körper in der Zeit 1 (oder 1 Secunde) die Geschwindigkeit $2g$ geben würde; sie würde ihm also, als eine unveränderliche Kraft, in der Zeit $t$ die Geschwindigkeit $2gt$ geben. Eben so viel benimmt sie ihm hier in der Zeit $t$ von seiner anfänglichen Geschwindigkeit $c$. Seine wirkliche Geschwindigkeit oder $v$ ist also $= c - 2gt$.

Sie wird $= 0$, oder die Bewegung hört auf, wenn $c = 2gt$ oder $t = \frac{c}{2g}$ wird, d. h. die Dauer der ganzen Bewegung (in Secunden) ist gleich der anfänglichen Geschwindigkeit, dividirt durch die in 1 Sec. erfolgte Verminderung derselben. Auch verhalten sich die Verminderungen der Geschwindigkeit (die $2gt$) wie die Zeiten.

Setzt man in der Formel $ds = vdt$, für $v$, das gleiche $c - 2gt$, so erhält man

$$ds = cdt - 2gtdt$$

und so integrirt, daß der Körper im Anfang als ruhend betrachtet, oder für $t = 0$; auch $s = 0$ wird

$$s = ct - gt^2$$

Das heißt: der Raum ist gleich demjenigen, welchen der Körper in eben der Zeit beschrieben hätte, wenn seine anfängliche Geschwindigkeit gleichförmig geblieben wäre, weniger dem, welchen er in eben der Zeit durch die Wirkung der vermindernden Kraft mit gleichförmig-beschleunigter Bewegung würde beschrieben haben.

Wenn die Bewegung aufhört, ist

$$t = \frac{c}{2g}, \text{ also } g = \frac{\frac{1}{2}c}{t},$$

$$\text{und } s = ct - \tfrac{1}{2}ct = \tfrac{1}{2}ct.$$

D. i. der ganze Raum bis ans Ende der Bewegung ist dem halben Producte der anfänglichen Geschwindigkeit in die Dauer der Bewegung gleich, oder: Er ist nur halb so groß, als der, welcher in eben der Zeit wäre beschrieben worden, wenn die anfängliche Geschwindigkeit unvermindert fortgedauert hätte.

Wenn die Kraft, die bisher die Bewegung verminderte, nach dem Ende der Bewegung noch fortdauert, so treibt sie den Körper mit gleichförmig-beschleunigter Bewegung wieder zurück, und giebt ihm nach und nach die Geschwindigkeit, die sie ihm vorher entzogen hatte, nur jetzt in entgegengesetzter Richtung wieder. Wenn er wieder an den Ort zurückkömmt, von welchem er vorher ausgieng, so hat er aufs neue den Raum $\frac{1}{2}$ ct oder $\frac{\frac{1}{4}c^2}{g}$ zurückgelegt, und es muß nach den Gesetzen der gleichförmig-beschleunigten Bewegungen dieser Raum $\frac{\frac{1}{4}c^2}{g} = gt^2$, also wieder $t = \frac{c}{2g}$ und v oder $2gt = c$ seyn, d. h. der Körper braucht zum Rückgange wieder eben die Zeit, die er im Fortgange zubrachte, und langt mit eben der Geschwindigkeit wieder an, mit der er anfänglich ausgieng.

Krummlinigte Bewegung, Motus curvilineus, *Mouvement curviligne ou en ligne courbe.* Bewegung, wobey der zurückgelegte Weg eine krumme Linie ist. Da ein einmal bewegter Körper seine erlangte Bewegung stets geradlinigt fortsetzt, s. Trägheit, so kan eine krummlinigte Bewegung nicht anders entstehen, als wenn eine andere Kraft den Körper stets aus seiner vorigen Richtung bringt. Daher gehören die krummlinigten Bewegungen stets zu den zusammengesetzten, s. zusammengesetzte Bewegung.

Krummlinigte Bewegungen sind, wie alle Bewegungen überhaupt, entweder frey (motus liber), wo der Weg des Körpers blos durch die in ihn wirkenden Kräfte bestimmt wird, oder sie erfolgen auf vorgeschriebenen

Wegen (motus non liber), wo die Kräfte nicht den Weg bestimmen, sondern nur die Geschwindigkeit ändern können. Zu den freyen krummlinigten Bewegungen gehören die Bewegung geworfner Körper (motus projectorum s. projectilium), s. Wurf, und die Bewegungen durch Centralkräfte, wie die der Himmelskörper, s. Centralbewegung. Unter den auf vorgeschriebenen Wegen sind die merkwürdigsten das Schwingen der Penduln oder die Schwungbewegung, s. Pendul, der Fall im Kreise, s. Fall der Körper, und der tavtochronische Fall durch die Cycloide, s. Tavtochronische Linie.

Die Betrachtung der krummlinigten Bewegungen macht einen wichtigen Theil der höhern Mechanik aus. Ihre Gründe beruhen auf dem Gesetze der zusammengesetzten Bewegung, mit dem Satze $ds = vdt$, und dem unter dem Worte: Kraft, beschleunigende, angeführten ($dv = 2gsdt$) verbunden. Noch im Fortgange dieses Artikels werden bey dem Worte: Zusammengesetzte Bewegung, einige hiezu gehörige Formeln vorkommen.

Relative Bewegung, Motus relativus, *Mouvement relatif.* Veränderung des relativen Orts oder der Lage gegen einen oder mehrere andere Körper. Diese andern Körper werden dabey gleichsam zum festen Standpunkte angenommen, oder es wird gesetzt, daß sie ruhen. Diese Voraussetzung kan und wird sehr oft falsch seyn. Daher ist die relative Bewegung mehrentheils eine ganz andere, als die absolute. Gemeinschaftlich bewegte Körper ändern ihre Lage gegen einander nicht, sind also in relativer Ruhe, und doch in absoluter Bewegung. Wer auf einem Kahn die Ufer gegen sich kommen sieht, dem sind die darauf stehenden Bäume in relativer Bewegung, weil er ihre Lage auf sich bezieht; dem, der am Ufer steht, sind sie in relativer Ruhe.

A|————————|————————|
B C

Geht ein Körper von A nach C, indem ein anderer von A nach B geht, so sind ihre absoluten Bewegungen durch die

Räume AC und AB gegangen; die relative Bewegung des ersten gegen den zweyten aber ist nur durch BC gegangen. Um so viel nemlich hat sich die Lage beyder gegen einander geändert. Wird nun der zweyte ruhend angenommen, so ist es so viel, als ob der erste nur durch BC gegangen wäre, oder nur so viel Geschwindigkeit gehabt hätte, als nöthig ist, ihn in dieser Zeit durch BC zu führen. Dieses heißt relative Geschwindigkeit.

Auch scheinbare Bewegungen werden oft zu gewissen Absichten relativ betrachtet. Bey Mondsinsternissen z. B. geht der Erdschatten sowohl, als der Mond, mit gemeiner und eigner Bewegung fort. Man nimmt aber den Erdschatten als ruhend an, und betrachtet blos des Monds relative Bewegung durch ihn, um die Rechnungen und Constructionen zu erleichtern.

Da nichts auf der Erde, vielleicht nichts in der Welt, in absoluter Ruhe ist, so sind alle Bewegungen, die wir wahrnehmen und untersuchen, nur relative, ob wir sie gleich, wie absolute, betrachten. Wir beziehen sie nemlich auf gewisse Standorte, die wir als unbewegt ansehen, ob sie gleich in der That bewegt werden.

Scheinbare Bewegung, Motus apparens, *Mouvement apparent.* Bewegung, wie sie dem Auge aus einem gewissen Gesichtspunkte erscheint. Der bey der Bewegung durch ST (Taf. IV. Fig. 57.) beschriebene Raum erscheint dem Auge O unter dem Winkel SOT (s. Sehewinkel; Größe, scheinbare). So lang sich nicht gewisse aus Nebenumständen gezogne Urtheile der Seele über wahre Größe und Entfernung mit einmischen, so lang beurtheilt man auch den Raum blos nach der Größe dieses Winkels, die aber zugleich von der Entfernung OS und dem Winkel OST abhängt, und also für anders gestellte Augen verschieden seyn kan, wenn gleich ST immer ebendasselbe bleibt. Bemerkt man nichts davon, daß T weiter vom Auge liegt, als S, so wird der Körper durch einen Bogen, wie SV, zu gehen scheinen, indem er in der That durch die gerade Linie ST geht.

Dazu kömmt noch, daß vielleicht das Auge selbst bewegt wird, indem es zu ruhen glaubt, und also nur relative Bewegung sieht, die man sehr irrig für absolute hält. Geht es z. B. durch Oo, indem der Körper durch ST geht, so wird es, wenn es sich ruhend glaubt, die gleiche und parallele Linie os für OS nehmen, und den Körper und den Winkel sov oder durch sv bewegt sehen, indem er durch ST bewegt wird.

Man muß daher scheinbare Bewegung, Raum, Geschwindigkeit nicht sogleich für wahre nehmen. Selbst auf der Erde täuschen wir uns oft hiedurch, obgleich hier unsere Fertigkeit, von den wahren Entfernungen und Größen der Linien zu urtheilen, ziemlich groß ist, und die Data zu solchen Urtheilen selten fehlen. So können uns Dinge bewegt scheinen, welche stillstehen, zurückzugehen scheinen, wenn sie vorwärts gehen u. s. f., wovon in allen Einleitungen in die Optik häufige Beyspiele vorkommen. Dies geschieht allezeit, wenn wir die wahren Entfernungen der Gegenstände von einander nicht richtig schätzen, oder unsere eigne Bewegung nicht mit in das Urtheil über die Erscheinungen bringen. Am Himmel aber, an dem wir gar keinen Maßstab zu Beurtheilung der wahren Entfernungen haben, und gegen den sich unser Auge immer bewegt, ohne es zu bemerken, sind scheinbare und wahre Bewegung so weit unterschieden, daß man überhaupt die von der Erde aus gesehene Bewegung unter dem Namen der scheinbaren begreift, und ihr die aus dem Mittelpunkte der Sonne gesehene wahre entgegensetzt.

**Veränderte oder ungleichförmige Bewegung**, Motus variatus s. inaequabilis, *Mouvement varié.* Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit nicht immer gleich ist. Sie wird der gleichförmigen entgegengesetzt, und in beschleunigte und verminderte abgetheilt, s. Beschleunigte Bewegung, verminderte Bewegung.

**Verminderte Bewegung**, Motus retardatus, *Mouvement retardé.* Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit geringer wird. Solche

Bewegungen entstehen, wenn dem bewegten Körper eine oder mehrere Kräfte ganz oder zum Theil entgegenwirken, die ihm an jeder Stelle des Weges einen Theil seiner Geschwindigkeit benehmen. So wirkt die Schwere einem aufwärts geworfenen Körper entgegen. Diese Verminderungen lassen sich als negative Beschleunigungen ansehen. Man s. die Worte: Beschleunigung, gleichförmig-verminderte Bewegung, ungleichförmig-verminderte Bewegung.

**Ungleichförmige Bewegung**, s. veränderte Bewegung.

**Ungleichförmig-beschleunigte Bewegung.** Motus inaequabiliter acceleratus, *Mouvement inégalement acceleré.* Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit zunimmt, doch nicht in gleichen Zeiten mit gleicher Stärke. Eine solche Bewegung entsteht, wenn in den bewegten Körper eine veränderliche Kraft wirkt, die seiner Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit stärkere oder schwächere Zusätze giebt. So wirkt die Schwere in den fallenden Körper, wenn der Raum des Falles eine gegen den Halbmesser der Erde beträchtliche Größe hat, wobey auf die Veränderung der Schwere Rücksicht zu nehmen ist.

Um die Gesetze solcher Bewegungen zu finden, muß man das Gesetz kennen, nach welchem sich die Kraft verändert. Gewöhnlich sind die beschleunigenden Kräfte nach gewissen Punkten gerichtet, wie die Schwere und Gravitation nach den Mittelpunkten der Erde und der Himmelskörper, und ihre Stärke richtet sich nach der Entfernung von diesen Punkten. Der Erfolg ist so, als ob der bewegte Körper von einem solchen Punkte angezogen würde, obgleich dies hier nur als Vorstellungsart angenommen wird. Man nennt hiebey die Kraft eine **Centralkraft**, den Punkt, nach dem sie gerichtet ist, den **Mittelpunkt der Kräfte**, und das Gesetz, nach dem sich die Kraft ändert, das **Gesetz der Anziehung**.

Wirkt eine solche Centralkraft ganz allein, oder fällt ihre Richtung mit der Richtung der schon vorhandnen Be-

wegung zusammen, so bleibt die Bewegung geradlinigt, s. einfache Bewegung. Hiebey sey nun die veränderliche Kraft $= f$ (die Schwere der Erdkörper $= 1$ gesetzt), so wird, wenn g den Raum bedeutet, durch welchen die Erdkörper in 1 Sec. Zeit fallen,

$$dv = 2gfdt$$

seyn, s. Kraft, beschleunigende. Da nun überdies $ds = vdt$ ist, so folgt $vdv = 2gfds$, welche Gleichungen, wenn zuvor f dem Gesetze der Anziehung gemäß durch s ausgedrückt ist, integrirt werden müssen, um die Gesetze einer solchen Bewegung zu finden.

Ein Beyspiel eines an sich den Naturgesetzen gemässen Falles würde dieses seyn. Die Gravitation verhält sich umgekehrt, wie das Quadrat des Abstands vom Mittelpunkt der Kräfte. Taf. IV. Fig. 58. werde der Körper A durch eine Kraft f nach C getrieben, die in T unserer Schwere gleich oder 1 werden würde, sonst aber sich nach dem Gesetze der Gravitation richtet, also in $A = \frac{CT^2}{CA^2}$; in $P = \frac{CT^2}{CP}$ ist. Der anfängliche Abstand des Körpers A von C, oder AC sey $= a$; $CT = b$; so ist für den Punkt P; $AP = s$; $CP = a - s$; $f = \frac{b^2}{(a-s)^2}$. Daher

$$v\,dv = \frac{2gb^2}{(a-s)^2}\,ds$$

und so integrirt, daß für $s = 0$; $v = 0$ wird,

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \frac{2gb^2}{a-s} - \frac{2gb^2}{a}$$

Setzt man den hieraus gefundenen Werth von v in die Gleichung $ds = vdt$, so giebt eine Integration, welche für meine gegenwärtige Absicht zu weitläuftig ist, die Länge der Zeit t. Man findet aber die ganze Zeit durch $AC = \frac{1}{4}\pi . \frac{a\sqrt{a}}{b\sqrt{g}}$, wo $\pi$ die Zahlen der ludolfischen Reihe für den Umfang des Kreises vom Durchmesser 1, oder 3,1415 ...

[illegible] Ein Körper, der frey von der Oberfläche bis [illegible] der Erde fallen könnte (wo $a = b$ der [illegible] der Erde, etwa $22\frac{1}{2}$ Million rheinl. Schuh oder [illegible] Tausendtheile, also $\sqrt{a} = 150000$; $g$ [illegible] Versuchen über den Fall der Körper $= 15625$, [illegible] $= 125$ wäre), würde dazu $\frac{150000}{500} \cdot \pi = 300 \cdot$ [illegible] oder $942{,}45$ Secunden, d. i. 15 Min. 42 Secunden Zeit nöthig haben. Er würde mit ungleichförmig-[illegible] Bewegung fallen, und für die Geschwindigkeit, mit der er im Mittelpunkte anlangte, wo $s = a$, fände man $\frac{1}{4} v^2 = \infty$, d. i. der Körper würde mit unendlich großer Geschwindigkeit in C anlangen, daher Euler (Mech. To. I. §. 269. 273.) fragt, ob er wohl in C bleiben, oder darüber hinaus gehen werde?

Fiele dieser Körper, wie im Anfange, mit gleichförmig-beschleunigter Bewegung fort, so würde für die ganze Zeit seines Falles $s = g t^2$, daher $t = \sqrt{\frac{a}{g}}$, d. i. 1200 Secunden seyn; oder er würde den Mittelpunkt erst in 20 Min. erreichen. Diese Zeit verhält sich zur wahren Zeit des Falles, wie $1 : \frac{1}{4}\pi$, oder wie das Quadrat des Durchmessers zur Kreisfläche.

Fällt die Richtung der beschleunigenden Kraft nicht mit der Richtung des bewegten Körpers zusammen, so entstehen krummlinigte Bewegungen, welche nach den Gesetzen der zusammengesetzten Bewegung beurtheilt werden müssen, und von welchen das merkwürdigste bey dem Worte: Centralbewegung, mitgetheilt werden soll.

Ungleichförmig verminderte Bewegung, Motus inaequabiliter retardatus, *Mouvement inégalement retardé*. Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit in gleichen Zeiten ungleich abnimmt. Eine solche Bewegung entsteht, wenn eine veränderliche Kraft der Bewegung eines Körpers ganz oder zum Theil entgegenwirkt, und seiner Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit mehr oder weniger benimmt. So bewegen sich die Planeten in dem Theile ihrer Bahn, in welchem sie sich von der Sonne

entfernen, wo die Gravitation ihre Bewegung zuerst stärker, dann schwächer vermindert.

Bey der Betrachtung dieser Bewegungen sind die Formeln und Rechnungen von den für ungleichförmig-beschleunigte nur darinn verschieden, daß hier Verminderung als negative Beschleunigung betrachtet, und statt des vorigen d v, jetzt — d v gesetzt wird. Man sondert sie daher nur selten, und bey den Centralbewegungen kömmt in der einen Helfte der Bahn Beschleunigung, in der andern Verminderung vor, s. Centralbewegung.

**Wahre, wirkliche Bewegung**, Motus verus, *Mouvement réel*. Der Name zeigt seine Bedeutung selbst; man setzt nemlich die wahre Bewegung durch den Raum ST Taf. IV. Fig 57. der scheinbaren durch den Winkel O oder o entgegen. In der Sternkunde heißt **wahre Bewegung** der Planeten, die aus der Sonne gesehene. Man nimmt nemlich die Sonne als absolut ruhend an.

Wenn das Auge ruht, so kan man aus der scheinbaren Bewegung die wahre finden, wenn die Entfernung O S und der Winkel O S T bekannt sind, weil alsdann im Dreyeck O S T die Seite O S nebst zween Winkeln gegeben ist. Wenn O S T ein rechter Winkel ist, so hat man $ST = OS \times \tan O$.

Ist das Auge bewegt, so müssen noch überdies O o und der Winkel S O o bekannt seyn, wenn man aus dem Winkel o den Raum der wahren Bewegung bestimmen will.

**Zusammengesetzte Bewegung**, Motus compositus, *Mouvement composé*. Aus dem Zusammenkommen mehrerer Bewegungen, deren Richtungen Winkel mit einander machen, entsteht zusammengesetzte Bewegung. Da man jede Bewegung als durch eine Kraft erzeugt ansehen kan, so läßt sich zusammengesetzte Bewegung auch so erklären: Sie ist Bewegung eines Körpers, der von zwoen oder mehreren Kräften zugleich getrieben wird, deren Richtungen nicht in einerley gerade Linie fallen. So wird der Kahn A B, Taf. IV. Fig. 59., von beyden Ufern her zugleich nach den Richtungen B D, B E gezogen, mit zusam-

mengesetzter Bewegung nach B C fortgehen. Eine horizontal oder schief geworfener Körper, in welchen die Schwere unter einem gewissen Winkel mit der Richtung des Wurfs wirkt, beschreibt seine Bahn mit zusammengesetzter Bewegung.

Grundsatz. Wenn in einem Körper A Taf. IV. Fig. 60. zwo gleichförmige Bewegungen zugleich hervorgebracht werden, deren eine ihn in einer gewissen Zeit durch den Raum AB, die andere in eben der Zeit durch AC würde geführt haben, so folgt er weder der einen noch der andern allein, sondern geht in eben der Zeit durch AD, die Diagonallinie des Parallelogramms ABCD, dessen Seiten die Räume beyder Bewegungen, unter dem gehörigen Winkel zusammengesetzt, sind.

Dieser Satz wird schon durch bloßes Nachdenken erkannt. Soll der Körper beyden Bewegungen zugleich folgen, so muß er am Ende jedes Zeitheils da seyn, wohin ihn beyde würden geführt haben, wenn sie, eine nach der andern, erfolgt wären. Am Ende der ganzen Zeit muß er also in D seyn; weil ihn die Bewegung AB nach B, die zweyte AC, nun aus B nach D würde geführt haben. Da die Bewegungen gleichförmig sind, so würde ihn die erste in der Helfte dieser Zeit durch $Ab = \frac{1}{2} AB$, die zweyte durch $bd = \frac{1}{2} AC$ geführt haben; er wird also in der Helfte der Zeit auf der Mitte der Diagonale seyn. So läßt sich begreifen, daß er am Ende jedes Zeittheils auf irgend einem Punkte der Diagonale seyn, also am Ende der gänzen Zeit die gerade Linie AD beschrieben haben muß. Auch sieht man, daß die zusammengesetzte Bewegung durch AD selbst gleichförmig seyn müsse, weil stets, man nehme b und c, wie man wolle, $Ad : AD = Ab : AB = Ac : AC$ ist.

Man bestätigt ihn aber auch durch Versuche, wozu 's Gravesande, Nollet u. a. eigne Maschinen angeben. Die einfachste aus Eberhard (Erste Gründe der Naturl. Halle 1767. 8. §. 64.) Taf. IV. Fig. 61. besteht aus einer viereckichten Tafel, auf deren oberer Kante die Walze E fortgerollt wird, um welche ein Faden gewickelt ist, der

die Kugel A trägt. Beym Fortrollen der Walze geht die Kugel durch AD, in dem sie das Abwickeln des Fadens und ihre Schwere durch AC, der Fortgang der Walze durch AB fortführt. Mir scheinen solche Versuche entbehrlich; die Ueberzeugung, die sie gewähren sollen, ist nur Schimmer gegen die Klarheit, mit der der Satz an sich selbst einleuchtet.

Der Raum AD Taf. IV. Fig. 60. kan nie so groß seyn, als die Summe der beyden Räume der einzelnen Bewegungen AB und AC gewesen seyn würde, weil die Diagonale eines Parallelogramms jederzeit kürzer ist, als die Summe seiner beyden Seiten. Er ist aber desto grösser, je kleiner der Winkel BAC ist, oder je mehr die Richtungen beyder Bewegungen AB und AC conspiriren, desto kleiner, je größer dieser Winkel ist, oder je mehr die Richtungen beyder Bewegungen aus einander gehen.

Sind die Räume AB und AC nebst ihrem Winkel $BAC = k$ bekannt, so giebt die Trigonometrie

$$AD = \sqrt{(AB^2 + AC^2 - 2 AB.AC. \cos. k.)}$$

ingleichen $\sin. o = \frac{AC \sin. k}{AD}$ und $\sin. m = \frac{AB \sin. k}{AD}$

Kommen drey und mehrere Bewegungen zusammen, so kan man zuerst zwo davon zusammensetzen, dann die daraus entstandene zusammengesetzte Bewegung, als eine einfache betrachtet, mit der dritten u. s. f. zusammensetzen.

Sind die Bewegungen veränderte oder ungleichförmige, so kan man sie wenigstens in unendlich kleinen Zeittheilchen als gleichförmig ansehen, und ihre Differentialgleichungen aus dem Satze der zusammengesetzten Bewegungen herleiten, woraus sich bald folgern läßt, daß die zusammengesetzte Bewegung geradlinigt bleibt, wenn nur die Richtungen der einfachen Bewegungen immer parallel, und die Geschwindigkeiten an jeder Stelle des Wegs in einerley Verhältnisse bleiben.

Aendern sich die Richtungen oder die Verhältnisse der Geschwindigkeiten, so wird der Weg eine krumme Linie, s. die Worte: Wurf, Centralbewegung.

Ist die Bewegung AC gegen AB unendlich klein, so verschwindet auch der Winkel o gegen m und k. Man kan alsdann $k = m$ und $AD = AB$ setzen, und findet aus dem Dreyecke BED den verschwindenden Unterschied zwischen AD und AB, oder das Element

$$ED = BD. \cos. m = AC. \cos. k.$$

Weil die Linie AD die Diagonale mehrerer Parallelogrammen, wie z. B. des Rechtecks AFDG, seyn kan, so kan man die Bewegung durch AD auch so ansehen, als ob sie durch Zusammensetzung der Bewegungen AF und AG entstanden wäre. Der Erfolg würde derselbe seyn, wenn der Körper in eben der Zeit durch AF und AG, statt durch AC und AB, getrieben würde. Diese Vorstellung nennt man **Zerlegung** der Bewegungen (resolutio motus).

Wird die Bewegung durch AD, wie in der Figur, so zerlegt, daß AF und AC einerley Richtung behält, und AG oder DF darauf senkrecht steht, so ist

$$AF = AD. \cos. m \text{ und } DF = AD. \sin. m$$

und für ein gegen AB verschwindendes AC, wo $AD = AB$ und $m = k$;

$$AF = AB. \cos. k \text{ und } DF = AD. \sin. k$$

welches mit dem vorigen verbunden folgende Formeln zu Bestimmung krummlinigter Bewegungen giebt.

$$\text{I.)}\ \sin. o = \frac{AC. \sin. k}{AB} = \frac{AC.\ DF}{AB^2}.$$

$$\text{II.)}\ ED = AC. \cos. k = \frac{AC.\ AF}{AB}.$$

Die Zusammensetzung und Zerlegung der Bewegungen ist bey Erklärung der Bewegungen durch schiefwirkende Kräfte von dem ausgebreitetsten Nutzen. Da Bewegungen jederzeit als Wirkungen von Kräften angesehen werden können, so wird sie auch **Zusammensetzung** und **Zerlegung der Kräfte** genannt, unter welchen Worten ausführlicher von ihr gehandelt werden soll. Etwas von der Geschichte der Entdeckungen über die Bewegung und ihre Gesetze s. bey dem Worte: **Mechanik**, wo auch einige hieher gehörige Schriften angeführt werden.

**Biegsamkeit,** Flexibilitas, *Flexibilité.* Die Fähigkeit fester Körper, sich beugen zu lassen, d. i. Kräften, die auf ihre Theile wirken, so nachzugeben, daß dadurch eine Veränderung der Gestalt entsteht. Ihr wird die Härte, ingleichen die Steife oder Unbiegsamkeit (rigiditas, *roideur*) entgegengesetzt. Härte bezieht sich mehr auf Unmöglichkeit der Zusammendrückung, Trennung und Aenderung der Lage der Theile überhaupt, Steife auf Unmöglichkeit einer Aenderung der Richtung, nach welcher die Theile in die Länge fortgehen.

Diejenigen Körper, welche die durchs Beugen angenommene Gestalt behalten, heißen **weiche**, die aber, wenn die beugende Kraft aufhört, ihre vorige Gestalt wieder annehmen, **elastische, federharte** Körper.

Alle bekannte feste Körper sind in einigem Grade biegsam, daher es keine vollkommen harten und steifen Körper giebt. Ein gebogner Körper bildet einen oder mehrere Hebel, wo der Punkt, der seine vorige Lage behält, der Ruhepunkt ist. Aus diesem Grunde vermag nach den Gesetzen des Hebels die beugende Kraft desto mehr, je größer ihre Entfernung von diesem Punkte ist. Daher beugen sich lange und dünne Körper, z. B. lange Stangen u. dgl., schon durch ihr eignes Gewicht. Ein schlaffes Seil an beyden Enden befestiget, beugt sich durch sein eignes Gewicht in eine besondere krumme Linie, die **Kettenlinie** (catenaria, *chainette*), deren Natur die höhere Mathematik untersucht, und nach deren Gestalt die Festonen und Fruchtschnüre in den architektonischen Verzierungen gezeichnet werden müssen. In der ausübenden Mechanik muß man auf die Steife der Seile, als auf ein Hinderniß der Bewegung der Maschinen, Rücksicht nehmen, da man in der Theorie die Seile als vollkommen biegsam annimmt, ob sie gleich jederzeit der Beugung desto mehr Widerstand entgegensetzen, je neuer und dicker sie sind, und je mehr sie sich krümmen sollen.

**Bier,** Cerevisia, *Bierre.* Ein geistiger Liquor, den man aus allen mehlartigen Samen bereiten kan, ins-

gemein aber aus Gersten oder Weizen brauet, ein Wein aus Körnern.

Das Mehl aller Körner, durch Wasser ausgezogen, geräth im gehörigen Grade der Wärme von selbst in Gährung. Damit aber das Schleimichte der Mischung die Gährung weniger aufhalte, feuchtet man die Körner an, und läßt sie bey einiger Wärme zu keimen anfangen, unterbricht aber das Wachsthum des Keims sogleich durch ein gelindes Rösten oder Darren vermittelst des Feuers oder der Luft. Dadurch wird die Zähigkeit des Schleims beträchtlich verdünnet. Das so zubereitete **Malz** wird zermalmt oder geschroten, alles, was davon im Wasser auflöslich ist, durch warmes Wasser herausgezogen, und in Pfannen bis zu einem bestimmten Grade abgeraucht. Man setzt hiebey zu Erhöhung des Geschmacks eine annehmlich bittre Pflanze, z. B. Hopfen, zu, und läßt den Liquor auf Fässern gähren, s. **Gährung**. Das Bier enthält, wie alle geistige Liquoren, eine große Menge fixes oder mephitisches Gas, s. **Gas**.

Macquer chym. Wörterb. Art. Bier.

## Bierprobe, Bierwage, s. Aräometer.

**Bild**, Imago, *Image*. Oft nehmen Lichtstralen, die von einem Gegenstande kommen, solche Wege, daß sie aus einem Orte, in welchem der Gegenstand nicht ist, doch in eben der Ordnung ins Auge fallen, als ob sie von dem Gegenstande selbst kämen. Für das Auge ist das so viel, als ob etwas dem Gegenstande ähnliches an diesem Orte wäre. Es sieht also da etwas, welches das **Bild** des Gegenstandes, so wie der Ort selbst, **Ort des Bildes** genannt wird. Dies ereignet sich vornemlich bey der Zurückwerfung und bey der Brechung der Lichtstralen, oder wenn wir Gegenstände in Spiegeln und durch Gläser betrachten.

Wenn zurückgeworfene Stralen Bilder zeigen sollen, so ist nöthig, daß aus **einer** Stelle der zurückwerfenden Fläche nur Licht aus **einer** Stelle des Gegenstandes ins Auge geworfen werde. Giebt einerley Stelle der Wand meinem Auge Licht aus allerley Punkten der gegenüberste-

henden Körper, so sehe ich nur Licht, Erleuchtung der Wand, wenn die gegenüberstehenden Körper erleuchtet sind, einen Wiederschein, aber kein Bild. Werden aber, wie im verfinsterten Zimmer, die Stralen durch eine Oefnung im Laden, oder durch ein Glas, so gesondert, daß auf jede Stelle der Wand nur Licht aus einem bestimmten Punkte eines gegenüberstehenden Körpers fällt, so zeigt die Wand ein Bild, s. Zimmer, verfinstertes. Ohne diese Veranstaltung werfen rauhe Flächen nur Licht, nie Bilder zurück; ihre Rauhigkeit besteht eben darinn, daß sich jede Stelle auf ihnen als eine Anzahl mehrerer unter verschiedenen Winkeln geneigter Flächen ansehen läßt, deren jede Licht von andern Punkten des Gegenstandes ins Auge bringt. Glatte ebne Flächen hingegen geben dem Auge aus jeder Stelle nur Licht von einem einzigen Punkte der gegenüberstehenden Körper; das Auge wird daher so gerührt, wie von diesen Körpern selbst; darinn liegt der Grund, warum glatte Flächen oder Spiegel Bilder anderer Körper, rauhe hingegen nur Licht und dadurch sich selbst zeigen.

Man kan eben dies auch von den gebrochnen Stralen sagen. Mattgeschliffne Gläser, deren Flächen rauh sind, oder durchsichtige Massen mit vielen Rissen und Spalten, in welchen die Brechung das Licht unordentlich durch einander wirft, z. B. das Eis, lassen nur Erleuchtung durch, zeigen aber nie Bilder, da hingegen durch ein wohlpolirtes reines Glas die Gegenstände selbst, oder vielmehr Bilder derselben gesehen werden.

Unter welchen Umständen solche Bilder aufgerichtet oder umgekehrt, unter größern oder kleinern Winkeln als die Gegenstände selbst, deutlich oder undeutlich, erscheinen, wird bey den Worten: Spiegel, Linsengläser, Fernrohr, Vergrößerungsglas, umständlicher gezeigt werden. Auch kömmt bey den Worten: Spiegel, Polyeder, etwas von der Vervielfältigung der Bilder vor. Hier werde ich nur noch der verschiednen Grundsätze der Optiker über den scheinbaren Ort oder die Stelle dieser Bilder gedenken.

Die ältern Optiker nahmen an, der Ort des Bildes I (Taf. IV. Fig. 62.) falle in den Durchschnittspunkt I des ins Auge kommenden Strales H E I mit dem aus dem Gegenstande A auf die brechende oder zurückwerfende Fläche S V gefällten Lothe A C I. Man gründete sich hiebey auf die Erfahrung, daß das Bild einer auf den Spiegel senkrecht gestellten Linie A C. jedem Auge wie H K, es stehe, wo es wolle, eine Verlängerung dieser Linie, wie C I, auszumachen scheine. Diese Erfahrung ist beym Planspiegel deutlich und unbezweifelt. Ein Stock A C, lothrecht an den Planspiegel S V gehalten, wird von jedem Auge im Spiegel in der Lage I C so gesehen, daß Stock und Bild in einer vollkommen geraden Linie A C I liegen. Bey erhabnen und Hohlspiegeln glaubte man eben dieses wahrzunehmen; auch ward behauptet, daß von einer geraden lothrecht ins Wasser gesenkten Linie, wie A I, der im Wasser befindliche Theil C I zwar verkürzt, aber doch noch immer in gerader Linie mit A C erscheine. Daraus schloß man, daß bey allen Zurückwerfungen und Brechungen jeder Punkt A sich jedem Auge in dem Lothe A I darstelle, welches von A auf die zurückwerfende oder brechende Fläche gefällt werden kan; da nun überdies das Bild dem Auge nach der Richtung des Lichtstrales E H liegen muß, der es dem Auge sichtbar macht, so folgte hieraus, daß der Ort des Bildes stets in den erwähnten Durchschnittspunkt von A I und H I falle.

Hierauf beruht alles, was die Alten von den Erscheinungen der Bilder in Spiegeln gelehrt haben. Man ist lange Zeit mit dieser mangelhaften Theorie zufrieden gewesen, obgleich schon Kepler (Paralipom. ad Vitell. p. 59 u. f.) annimmt, der Ort des Bildes sey da, wo die in beyde Augen kommenden Lichtstralen sich schneiden, und wenn man nur mit einem Auge sehe, sey für die Entfernung beyder Augen die Weite des Augensterns H K zu nehmen. Für den Planspiegel läuft dies alles auf eins hinaus; bey erhabnen und Hohlspiegeln aber ist die Erfahrung, auf welche sich die alte Theorie gründete, nicht deutlich genug, um Lehrsätze darauf zu bauen.

Barrow (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) zog die Allgemeinheit des Grundsatzes der Alten in Zweifel, weil doch das erwähnte Loth nur ein geometrisches Ideal sey, und keine Wirkungen äußern könne, und weil die angeführte Erfahrung bey den krummen Spiegeln ungewiß werde, auch bey der Brechung der ins Wasser gesenkte Theil eines glänzenden Fadens gegen das Auge zu rücken scheine. Er legte daher zum Grunde, daß der Ort des Bildes in der Spitze I des auf den Augenstern HK fallenden Stralenkegels HIK liege (in vertice coni reflexi aut refracti). Dieser Satz hat das für sich, daß alle Stralen zwischen IK und EH völlig so ins Auge kommen, wie sie aus dem Punkte I in dasselbe kommen würden. Barrow nahm an, das Auge verlängere oder verkürze sich, nach Beschaffenheit des Winkels KIH, um ein deutliches Bild zu erhalten (s. Auge), und die Seele urtheile dadurch von der Entfernung HI. Er bestimmt hieraus, daß bey der Brechung aus dem dichtern Mittel ins dünnere und beym erhabnen Spiegel das Bild allezeit vom Perpendikel gegen das Auge zu rücke, beym Planspiegel in den Perpendikel selbst, und beym Hohlspiegel weiter vom Auge ab falle. Er giebt hierüber einige sehr schöne geometrische Bestimmungen, und kömmt der Entdeckung der Brennlinien nahe, welche nichts anders als geometrische Orte mehrerer solcher Spitzen von Stralenkegeln sind. Er macht aber selbst gegen seinen Grundsatz den Einwurf, daß von Gegenständen, durch erhabne Gläser betrachtet, doch Bilder gesehen werden, wenn gleich die Vereinigungspunkte der Stralen oder die Spitzen der aufs Auge fallenden Stralenkegel, d. i. die Orte der Bilder, gar nicht vor dem Auge, sondern vielmehr erst hinter demselben liegen.

Diesen Einwurf beantwortete Berkley (Essay towards a new theory of vision, Dublin 1709. 8.). Die Seele, sagt er, urtheilt von der Entfernung des Bildes und also von der Stelle desselben aus dem Grade seiner Deutlichkeit. Nun ist die Undeutlichkeit eben so groß, wenn sich die aus einem Punkte gekommenen Stralen vor der Netzhaut, als wenn sie sich erst eben so weit hinter der-

Bewegungen entstehen, wenn dem bewegten Körper eine oder mehrere Kräfte ganz oder zum Theil entgegenwirken, die ihm an jeder Stelle des Weges einen Theil seiner Geschwindigkeit benehmen. So wirkt die Schwere einem aufwärts geworfenen Körper entgegen. Diese Verminderungen lassen sich als negative Beschleunigungen ansehen. Man s. die Worte: Beschleunigung, gleichförmig-verminderte Bewegung, ungleichförmig-verminderte Bewegung.

Ungleichförmige Bewegung, s. veränderte Bewegung.

Ungleichförmig-beschleunigte Bewegung, Motus inaequabiliter acceleratus, *Mouvement inégalement acceleré.* Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit zunimmt, doch nicht in gleichen Zeiten mit gleicher Stärke. Eine solche Bewegung entsteht, wenn in den bewegten Körper eine veränderliche Kraft wirkt, die seiner Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit stärkere oder schwächere Zusätze giebt. So wirkt die Schwere in den fallenden Körper, wenn der Raum des Falles eine gegen den Halbmesser der Erde beträchtliche Größe hat, wobey auf die Veränderung der Schwere Rücksicht zu nehmen ist.

Um die Gesetze solcher Bewegungen zu finden, muß man das Gesetz kennen, nach welchem sich die Kraft verändert. Gewöhnlich sind die beschleunigenden Kräfte nach gewissen Punkten gerichtet, wie die Schwere und Gravitation nach den Mittelpunkten der Erde und der Himmelskörper, und ihre Stärke richtet sich nach der Entfernung von diesen Punkten. Der Erfolg ist so, als ob der bewegte Körper von einem solchen Punkte angezogen würde, obgleich dies hier nur als Vorstellungsart angenommen wird. Man nennt hiebey die Kraft eine Centralkraft, den Punkt, nach dem sie gerichtet ist, den Mittelpunkt der Kräfte, und das Gesetz, nach dem sich die Kraft ändert, das Gesetz der Anziehung.

Wirkt eine solche Centralkraft ganz allein, oder fällt ihre Richtung mit der Richtung der schon vorhandnen Be-

wegung zusammen, so bleibt die Bewegung geradlinigt, s. einfache Bewegung. Hiebey sey nun die veränderliche Kraft $= f$ (die Schwere der Erdkörper $= 1$ gesetzt), so wird, wenn g den Raum bedeutet, durch welchen die Erdkörper in 1 Sec. Zeit fallen,

$$dv = 2\,g\,f\,dt$$

seyn, s. Kraft, beschleunigende. Da nun überdies $ds = v\,dt$ ist, so folgt $v\,dv = 2gf\,ds$, welche Gleichungen, wenn zuvor f dem Gesetze der Anziehung gemäß durch s ausgedrückt ist, integrirt werden müssen, um die Gesetze einer solchen Bewegung zu finden.

Ein Beyspiel eines an sich den Naturgesetzen gemässen Falles würde dieses seyn. Die Gravitation verhält sich umgekehrt, wie das Quadrat des Abstands vom Mittelpunkt der Kräfte. Taf. IV. Fig. 58. werde der Körper A durch eine Kraft f nach C getrieben, die in T unserer Schwere gleich oder 1 werden würde, sonst aber sich nach dem Gesetze der Gravitation richtet, also in $A = \frac{CT^2}{CA^2}$; in $P = \frac{CT^2}{CP}$ ist. Der anfängliche Abstand des Körpers A von C, oder AC sey $= a$; $CT = b$; so ist für den Punkt P; $AP = s$; $CP = a - s$; $f = \frac{b^2}{(a-s)^2}$. Daher

$$v\,dv = \frac{2gb^2}{(a-s)^2}\,ds$$

und so integrirt, daß für $s = 0$; $v = 0$ wird,

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \frac{2gb^2}{a-s} - \frac{2gb^2}{a}$$

Setzt man den hieraus gefundenen Werth von v in die Gleichung $ds = v\,dt$, so giebt eine Integration, welche für meine gegenwärtige Absicht zu weitläuftig ist, die Länge der Zeit t. Man findet aber die ganze Zeit durch $AC = \frac{1}{4}\pi . \frac{a\sqrt{a}}{b\sqrt{g}}$, wo $\pi$ die Zahlen der Ludolfischen Reihe für den Umfang des Kreises vom Durchmesser 1, oder 3,1415...

bedeutet. Ein Körper, der frey von der Oberfläche bis in den Mittelpunkt der Erde fallen könnte (wo a = b der Halbmesser der Erde, etwa $22\frac{1}{2}$ Million rheinl. Schuh oder 22500000000 Tausendtheile, also $\sqrt{a} = 150000$; g nach den Versuchen über den Fall der Körper = 15625, also $\sqrt{g} = 125$ wäre), würde dazu $\frac{150000}{500} \cdot \pi = 300 \cdot 3,1415..$ oder 942,45 Secunden, d. i. 15 Min. 42 Secunden Zeit nöthig haben. Er würde mit ungleichförmig-beschleunigter Bewegung fallen, und für die Geschwindigkeit, mit der er im Mittelpunkte anlangte, wo s = a, fände man $\frac{1}{4} v^2 = \infty$, d. i. der Körper würde mit unendlich großer Geschwindigkeit in C anlangen, daher Euler (Mech. To. I. §. 269. 273.) fragt, ob er wohl in C bleiben, oder darüber hinaus gehen werde?

Fiele dieser Körper, wie im Anfange, mit gleichförmig-beschleunigter Bewegung fort, so würde für die ganze Zeit seines Falles $s = g t^2$, daher $t = \sqrt{\frac{a}{g}}$, d. i. 1200 Secunden seyn; oder er würde den Mittelpunkt erst in 20 Min. erreichen. Diese Zeit verhält sich zur wahren Zeit des Falles, wie $1 : \frac{1}{4}\pi$, oder wie das Quadrat des Durchmessers zur Kreisfläche.

Fällt die Richtung der beschleunigenden Kraft nicht mit der Richtung des bewegten Körpers zusammen, so entstehen krummlinigte Bewegungen, welche nach den Gesetzen der zusammengesetzten Bewegung beurtheilt werden müssen, und von welchen das merkwürdigste bey dem Worte: Centralbewegung, mitgetheilt werden soll.

Ungleichförmig verminderte Bewegung, Motus inaequabiliter retardatus, *Mouvement inégalement retardé*. Bewegung eines Körpers, dessen Geschwindigkeit in gleichen Zeiten ungleich abnimmt. Eine solche Bewegung entsteht, wenn eine veränderliche Kraft der Bewegung eines Körpers ganz oder zum Theil entgegenwirkt, und seiner Geschwindigkeit von Zeit zu Zeit mehr oder weniger benimmt. So bewegen sich die Planeten in dem Theile ihrer Bahn, in welchem sie sich von der Sonne

entfernen, wo die Gravitation ihre Bewegung zuerst stärker, dann schwächer vermindert.

Bey der Betrachtung dieser Bewegungen sind die Formeln und Rechnungen von den für ungleichförmig-beschleunigte nur darinn verschieden, daß hier Verminderung als negative Beschleunigung betrachtet, und statt des vorigen d v, jetzt — d v gesetzt wird. Man sondert sie daher nur selten, und bey den Centralbewegungen kömmt in der einen Helfte der Bahn Beschleunigung, in der andern Verminderung vor, s. Centralbewegung.

**Wahre, wirkliche Bewegung**, Motus verus, *Mouvement réel.* Der Name zeigt seine Bedeutung selbst; man setzt nemlich die wahre Bewegung durch den Raum ST Taf. IV. Fig 57. der scheinbaren durch den Winkel O oder o entgegen. In der Sternkunde heißt **wahre** Bewegung der Planeten, die aus der Sonne gesehene. Man nimmt nemlich die Sonne als absolut ruhend an.

Wenn das Auge ruht, so kan man aus der scheinbaren Bewegung die wahre finden, wenn die Entfernung OS und der Winkel OST bekannt sind, weil alsdann im Dreyeck OST die Seite OS nebst zween Winkeln gegeben ist. Wenn OST ein rechter Winkel ist, so hat man $ST = OS \times \text{tang. } O$.

Ist das Auge bewegt, so müssen noch überdies Oo und der Winkel SOo bekannt seyn, wenn man aus dem Winkel o den Raum der wahren Bewegung bestimmen will.

**Zusammengesetzte Bewegung**, Motus compositus, *Mouvement composé.* Aus dem Zusammenkommen mehrerer Bewegungen, deren Richtungen Winkel mit einander machen, entsteht zusammengesetzte Bewegung. Da man jede Bewegung als durch eine Kraft erzeugt ansehen kan, so läßt sich zusammengesetzte Bewegung auch so erklären: Sie ist Bewegung eines Körpers, der von zwoen oder mehreren Kräften zugleich getrieben wird, deren Richtungen nicht in einerley gerade Linie fallen. So wird der Kahn AB, Taf. IV. Fig. 59., von beyden Ufern her zugleich nach den Richtungen BD, BE gezogen, mit zusam-

mengesetzter Bewegung nach B C fortgehen. Eine horizontal oder schief geworfener Körper, in welchen die Schwere unter einem gewissen Winkel mit der Richtung des Wurfs wirkt, beschreibt seine Bahn mit zusammengesetzter Bewegung.

Grundsatz. Wenn in einem Körper A Taf. IV. Fig. 60. zwo gleichförmige Bewegungen zugleich hervorgebracht werden, deren eine ihn in einer gewissen Zeit durch den Raum A B, die andere in eben der Zeit durch A C würde geführt haben, so folgt er weder der einen noch der andern allein, sondern geht in eben der Zeit durch A D, die Diagonallinie des Parallelogramms A B C D, dessen Seiten die Räume beyder Bewegungen, unter dem gehörigen Winkel zusammengesetzt, sind.

Dieser Satz wird schon durch bloßes Nachdenken erkannt. Soll der Körper beyden Bewegungen zugleich folgen, so muß er am Ende jedes Zeittheils da seyn, wohin ihn beyde würden geführt haben, wenn sie, eine nach der andern, erfolgt wären. Am Ende der ganzen Zeit muß er also in D seyn; weil ihn die Bewegung A B nach B, die zweyte A C, nun aus B nach D würde geführt haben. Da die Bewegungen gleichförmig sind, so würde ihn die erste in der Helfte dieser Zeit durch $Ab = \frac{1}{2} AB$, die zweyte durch $bd = \frac{1}{2} AC$ geführt haben; er wird also in der Helfte der Zeit auf der Mitte der Diagonale seyn. So läßt sich begreifen, daß er am Ende jedes Zeittheils auf irgend einem Punkte der Diagonale seyn, also am Ende der ganzen Zeit die gerade Linie A D beschrieben haben muß. Auch sieht man, daß die zusammengesetzte Bewegung durch A D selbst gleichförmig seyn müsse, weil stets, man nehme b und c, wie man wolle, $Ad : AD = Ab : AB = Ac : AC$ ist.

Man bestätigt ihn aber auch durch Versuche, wozu 's Gravesande, Nollet u. a. eigne Maschinen angeben. Die einfachste aus Eberhard (Erste Gründe der Naturl. Halle 1767. 8. §. 64.) Taf. IV. Fig. 61. besteht aus einer viereckichten Tafel, auf deren oberer Kante die Walze E fortgerollt wird, um welche ein Faden gewickelt ist, der

die Kugel A trägt. Beym Fortrollen der Walze geht die Kugel durch AD, in dem sie das Abwickeln des Fadens und ihre Schwere durch AC, der Fortgang der Walze durch AB fortführt. Mir scheinen solche Versuche entbehrlich; die Ueberzeugung, die sie gewähren sollen, ist nur Schimmer gegen die Klarheit, mit der der Satz an sich selbst einleuchtet.

Der Raum AD Taf. IV. Fig. 60. kan nie so groß seyn, als die Summe der beyden Räume der einzelnen Bewegungen AB und AC gewesen seyn würde, weil die Diagonale eines Parallelogramms jederzeit kürzer ist, als die Summe seiner beyden Seiten. Er ist aber desto grösser, je kleiner der Winkel BAC ist, oder je mehr die Richtungen beyder Bewegungen AB und AC conspiriren, desto kleiner, je größer dieser Winkel ist, oder je mehr die Richtungen beyder Bewegungen aus einander gehen.

Sind die Räume AB und AC nebst ihrem Winkel $BAC = k$ bekannt, so giebt die Trigonometrie

$$AD = \sqrt{(AB^2 + AC^2 - 2AB.AC. \cos. k.)}$$

ingleichen $\sin. o = \frac{AC \sin. k}{AD}$ und $\sin. m = \frac{AB \sin. k}{AD}$

Kommen drey und mehrere Bewegungen zusammen, so kan man zuerst zwo davon zusammensetzen, dann die daraus entstandene zusammengesetzte Bewegung, als eine einfache betrachtet, mit der dritten u. s. f. zusammensetzen.

Sind die Bewegungen veränderte oder ungleichförmige, so kan man sie wenigstens in unendlich kleinen Zeittheilchen als gleichförmig ansehen, und ihre Differentialgleichungen aus dem Satze der zusammengesetzten Bewegungen herleiten, woraus sich bald folgern läßt, daß die zusammengesetzte Bewegung geradlinigt bleibt, wenn nur die Richtungen der einfachen Bewegungen immer parallel, und die Geschwindigkeiten an jeder Stelle des Wegs in einerley Verhältnisse bleiben.

Aendern sich die Richtungen oder die Verhältnisse der Geschwindigkeiten, so wird der Weg eine krumme Linie, s. die Worte: **Wurf, Centralbewegung.**

Ist die Bewegung AC gegen AB unendlich klein, so verschwindet auch der Winkel o gegen m und k. Man kan alsdann $k = m$ und $AD = AB$ setzen, und findet aus dem Dreyecke BED den verschwindenden Unterschied zwischen AD und AB, oder das Element

$$ED = BD. \cos. m = AC. \cos. k.$$

Weil die Linie AD die Diagonale mehrerer Parallelogrammen, wie z. B. des Rechtecks AFDG, seyn kan, so kan man die Bewegung durch AD auch so ansehen, als ob sie durch Zusammensetzung der Bewegungen AF und AG entstanden wäre. Der Erfolg würde derselbe seyn, wenn der Körper in eben der Zeit durch AF und AG, statt durch AC und AB, getrieben würde. Diese Vorstellung nennt man **Zerlegung** der Bewegungen (resolutio motus).

Wird die Bewegung durch AD, wie in der Figur, so zerlegt, daß AF und AC einerley Richtung behält, und AG oder DF darauf senkrecht steht, so ist

$$AF = AD. \cos. m \text{ und } DF = AD. \sin. m$$

und für ein gegen AB verschwindendes AC, wo $AD = AB$ und $m = k$;

$$AF = AB. \cos. k \text{ und } DF = AD. \sin. k$$

welches mit dem vorigen verbunden folgende Formeln zu Bestimmung krummlinigter Bewegungen giebt.

$$\text{I.)}\ \sin. o = \frac{AC. \sin. k}{AB} = \frac{AC.\ DF}{AB^2}.$$

$$\text{II.)}\ ED = AC. \cos. k = \frac{AC.\ AF}{AB}.$$

Die Zusammensetzung und Zerlegung der Bewegungen ist bey Erklärung der Bewegungen durch schiefwirkende Kräfte von dem ausgebreitetsten Nutzen. Da Bewegungen jederzeit als Wirkungen von Kräften angesehen werden können, so wird sie auch **Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte** genannt, unter welchen Worten ausführlicher von ihr gehandelt werden soll. Etwas von der Geschichte der Entdeckungen über die Bewegung und ihre Gesetze s. bey dem Worte: **Mechanik**, wo auch einige hieher gehörige Schriften angeführt werden.

**Biegsamkeit,** Flexibilitas, *Flexibilité.* Die Fähigkeit fester Körper, sich beugen zu lassen, d. i. Kräften, die auf ihre Theile wirken, so nachzugeben, daß dadurch eine Veränderung der Gestalt entsteht. Ihr wird die Härte, ingleichen die Steife oder Unbiegsamkeit (rigiditas, *roideur*) entgegengesetzt. Härte bezieht sich mehr auf Unmöglichkeit der Zusammendrückung, Trennung und Aenderung der Lage der Theile überhaupt, Steife auf Unmöglichkeit einer Aenderung der Richtung, nach welcher die Theile in die Länge fortgehen.

Diejenigen Körper, welche die durchs Beugen angenommene Gestalt behalten, heißen **weiche**, die aber, wenn die beugende Kraft aufhört, ihre vorige Gestalt wieder annehmen, **elastische, federharte** Körper.

Alle bekannte feste Körper sind in einigem Grade biegsam, daher es keine vollkommen harten und steifen Körper giebt. Ein gebogner Körper bildet einen oder mehrere Hebel, wo der Punkt, der seine vorige Lage behält, der Ruhepunkt ist. Aus diesem Grunde vermag nach den Gesetzen des Hebels die beugende Kraft desto mehr, je größer ihre Entfernung von diesem Punkte ist. Daher beugen sich lange und dünne Körper, z. B. lange Stangen u. dgl., schon durch ihr eignes Gewicht. Ein schlaffes Seil an beyden Enden befestiget, beugt sich durch sein eignes Gewicht in eine besondere krumme Linie, die **Kettenlinie** (catenaria, *chainette*), deren Natur die höhere Mathematik untersucht, und nach deren Gestalt die Festonen und Fruchtschnüre in den architektonischen Verzierungen gezeichnet werden müssen. In der ausübenden Mechanik muß man auf die Steife der Seile, als auf ein Hinderniß der Bewegung der Maschinen, Rücksicht nehmen, da man in der Theorie die Seile als vollkommen biegsam annimmt, ob sie gleich jederzeit der Beugung desto mehr Widerstand entgegensetzen, je neuer und dicker sie sind, und je mehr sie sich krümmen sollen.

**Bier,** Cerevisia, *Bierre.* Ein geistiger Liquor, den man aus allen mehlartigen Samen bereiten kan, ins-

gemein aber aus Gersten oder Weizen brauet, ein Wein aus Körnern.

Das Mehl aller Körner, durch Wasser ausgezogen, geräth im gehörigen Grade der Wärme von selbst in Gährung. Damit aber das Schleimichte der Mischung die Gährung weniger aufhalte, feuchtet man die Körner an, und läßt sie bey einiger Wärme zu keimen anfangen, unterbricht aber das Wachsthum des Keims sogleich durch ein gelindes Rösten oder Darren vermittelst des Feuers oder der Luft. Dadurch wird die Zähigkeit des Schleims beträchtlich verdünnet. Das so zubereitete **Malz** wird zermalmt oder geschroten, alles, was davon im Wasser auflöslich ist, durch warmes Wasser herausgezogen, und in Pfannen bis zu einem bestimmten Grade abgeraucht. Man setzt hiebey zu Erhöhung des Geschmacks eine annehmlich bittre Pflanze, z. B. Hopfen, zu, und läßt den Liquor auf Fässern gähren, s. **Gährung**. Das Bier enthält, wie alle geistige Liquoren, eine große Menge fixes oder mephitisches Gas, s. **Gas**.

Macquer chym. Wörterb. Art. Bier.

**Bierprobe, Bierwage,** s. **Aräometer.**

**Bild,** Imago, *Image*. Oft nehmen Lichtstralen, die von einem Gegenstande kommen, solche Wege, daß sie aus einem Orte, in welchem der Gegenstand nicht ist, doch in eben der Ordnung ins Auge fallen, als ob sie von dem Gegenstande selbst kämen. Für das Auge ist das so viel, als ob etwas dem Gegenstande ähnliches an diesem Orte wäre. Es sieht also da etwas, welches das **Bild** des Gegenstandes, so wie der Ort selbst, **Ort des Bildes** genannt wird. Dies ereignet sich vornemlich bey der Zurückwerfung und bey der Brechung der Lichtstralen, oder wenn wir Gegenstände in Spiegeln und durch Gläser betrachten.

Wenn zurückgeworfene Stralen Bilder zeigen sollen, so ist nöthig, daß aus **einer** Stelle der zurückwerfenden Fläche nur Licht aus **einer** Stelle des Gegenstandes ins Auge geworfen werde. Giebt einerley Stelle der Wand meinem Auge Licht aus allerley Punkten der gegenüberste-

henden Körper, so sehe ich nur Licht, Erleuchtung der Wand, wenn die gegenüberstehenden Körper erleuchtet sind, einen Wiederschein, aber kein Bild. Werden aber, wie im verfinsterten Zimmer, die Stralen durch eine Oefnung im Laden, oder durch ein Glas, so gesondert, daß auf jede Stelle der Wand nur Licht aus einem bestimmten Punkte eines gegenüberstehenden Körpers fällt, so zeigt die Wand ein Bild, s. Zimmer, verfinstertes. Ohne diese Veranstaltung werfen rauhe Flächen nur Licht, nie Bilder zurück; ihre Rauhigkeit besteht eben darinn, daß sich jede Stelle auf ihnen als eine Anzahl mehrerer unter verschiedenen Winkeln geneigter Flächen ansehen läßt, deren jede Licht von andern Punkten des Gegenstandes ins Auge bringt. Glatte ebne Flächen hingegen geben dem Auge aus jeder Stelle nur Licht von einem einzigen Punkte der gegenüberstehenden Körper; das Auge wird daher so gerührt, wie von diesen Körpern selbst; darinn liegt der Grund, warum glatte Flächen oder Spiegel Bilder anderer Körper, rauhe hingegen nur Licht und dadurch sich selbst zeigen.

Man kan eben dies auch von den gebrochnen Stralen sagen. Mattgeschliffne Gläser, deren Flächen rauh sind, oder durchsichtige Massen mit vielen Rissen und Spalten, in welchen die Brechung das Licht unordentlich durch einander wirft, z. B. das Eis, lassen nur Erleuchtung durch, zeigen aber nie Bilder, da hingegen durch ein wohlpolirtes reines Glas die Gegenstände selbst, oder vielmehr Bilder derselben gesehen werden.

Unter welchen Umständen solche Bilder aufgerichtet oder umgekehrt, unter größern oder kleinern Winkeln als die Gegenstände selbst, deutlich oder undeutlich, erscheinen, wird bey den Worten: Spiegel, Linsengläser, Fernrohr, Vergrößerungsglas, umständlicher gezeigt werden. Auch kömmt bey den Worten: Spiegel, Polyeder, etwas von der Vervielfältigung der Bilder vor. Hier werde ich nur noch der verschiednen Grundsätze der Optiker über den scheinbaren Ort oder die Stelle dieser Bilder gedenken.

Die ältern Optiker nahmen an, der Ort des Bildes I (Taf. IV. Fig. 62.) falle in den Durchschnittspunkt I des ins Auge kommenden Strales H E I mit dem aus dem Gegenstande A auf die brechende oder zurückwerfende Fläche S V gefällten Lothe A C I. Man gründete sich hiebey auf die Erfahrung, daß das Bild einer auf den Spiegel senkrecht gestellten Linie A C. jedem Auge wie H K, es stehe, wo es wolle, eine Verlängerung dieser Linie, wie C I, auszumachen scheine. Diese Erfahrung ist beym Planspiegel deutlich und unbezweifelt. Ein Stock A C, lothrecht an den Planspiegel S V gehalten, wird von jedem Auge im Spiegel in der Lage I C so gesehen, daß Stock und Bild in einer vollkommen geraden Linie A C I liegen. Bey erhabnen und Hohlspiegeln glaubte man eben dieses wahrzunehmen; auch ward behauptet, daß von einer geraden lothrecht ins Wasser gesenkten Linie, wie A I, der im Wasser befindliche Theil C I zwar verkürzt, aber doch noch immer in gerader Linie mit A C erscheine. Daraus schloß man, daß bey allen Zurückwerfungen und Brechungen jeder Punkt A sich jedem Auge in dem Lothe A I darstelle, welches von A auf die zurückwerfende oder brechende Fläche gefällt werden kan; da nun überdies das Bild dem Auge nach der Richtung des Lichtstrales E H liegen muß, der es dem Auge sichtbar macht, so folgte hieraus, daß der Ort des Bildes stets in den erwähnten Durchschnittspunkt von A I und H I falle.

Hierauf beruht alles, was die Alten von den Erscheinungen der Bilder in Spiegeln gelehrt haben. Man ist lange Zeit mit dieser mangelhaften Theorie zufrieden gewesen, obgleich schon Kepler (Paralipom. ad Vitell. p. 59 u. f.) annimmt, der Ort des Bildes sey da, wo die in beyde Augen kommenden Lichtstralen sich schneiden, und wenn man nur mit einem Auge sehe, sey für die Entfernung beyder Augen die Weite des Augensterns H K zu nehmen. Für den Planspiegel läuft dies alles auf eins hinaus; bey erhabnen und Hohlspiegeln aber ist die Erfahrung, auf welche sich die alte Theorie gründete, nicht deutlich genug, um Lehrsätze darauf zu bauen.

Barrow (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) zog die Allgemeinheit des Grundsatzes der Alten in Zweifel, weil doch das erwähnte Loth nur ein geometrisches Ideal sey, und keine Wirkungen äußern könne, und weil die angeführte Erfahrung bey den krummen Spiegeln ungewiß werde, auch bey der Brechung der ins Wasser gesenkte Theil eines glänzenden Fadens gegen das Auge zu rücken scheine. Er legte daher zum Grunde, daß der Ort des Bildes in der Spitze I des auf den Augenstern HK fallenden Stralenkegels HIK liege (in vertice coni reflexi aut refracti). Dieser Satz hat das für sich, daß alle Stralen zwischen IK und EH völlig so ins Auge kommen, wie sie aus dem Punkte I in dasselbe kommen würden. Barrow nahm an, das Auge verlängere oder verkürze sich, nach Beschaffenheit des Winkels KIH, um ein deutliches Bild zu erhalten (s. **Auge**), und die Seele urtheile dadurch von der Entfernung HI. Er bestimmt hieraus, daß bey der Brechung aus dem dichtern Mittel ins dünnere und beym erhabnen Spiegel das Bild allezeit vom Perpendikel gegen das Auge zu rücke, beym Planspiegel in den Perpendikel selbst, und beym Hohlspiegel weiter vom Auge ab falle. Er giebt hierüber einige sehr schöne geometrische Bestimmungen, und kömmt der Entdeckung der Brennlinien nahe, welche nichts anders als geometrische Orte mehrerer solcher Spitzen von Stralenkegeln sind. Er macht aber selbst gegen seinen Grundsatz den Einwurf, daß von Gegenständen, durch erhabne Gläser betrachtet, doch Bilder gesehen werden, wenn gleich die Vereinigungspunkte der Stralen oder die Spitzen der aufs Auge fallenden Stralenkegel, d. i. die Orte der Bilder, gar nicht vor dem Auge, sondern vielmehr erst hinter demselben liegen.

Diesen Einwurf beantwortete **Berkley** (Essay towards a new theory of vision, Dublin 1709. 8.). Die Seele, sagt er, urtheilt von der Entfernung des Bildes und also von der Stelle desselben aus dem Grade seiner Deutlichkeit. Nun ist die Undeutlichkeit eben so groß, wenn sich die aus einem Punkte gekommenen Stralen vor der Netzhaut, als wenn sie sich erst eben so weit hinter der-

selben wieder vereinigen. Liegt die Spitze des Stralenkegels hinter dem Auge, so sind die Stralen convergent, und vereinigen sich schon vor der Netzhaut; aber die daraus entstehende Undeutlichkeit ist eben so groß, als wenn sie sich erst in einem gewissen Punkte hinter ihr vereiniget hätten, oder aus einer vor dem Auge liegenden Stelle ausgefahren wären. Smith wendet dagegen wieder ein, nach dieser Theorie müßten die durch Gläser betrachteten und undeutlich gesehenen Gegenstände jederzeit dem Auge näher als 1—2 Schuhe zu liegen scheinen (die Weite, in der das bloße Auge gewöhnlich deutlich sieht), welches der Erfahrung entgegen sey. Smith leitet daher das Urtheil über die scheinbare Stelle des Bildes aus der scheinbaren Größe her. Die Seele, sagt er, setzt das Bild dahin, wohin sie es ohne Glas oder Spiegel setzen würde, wenn es unter eben der Größe, wie durchs Glas oder im Spiegel, erschiene. Dies streitet aber wieder mit den Erfahrungen in den krummen Spiegeln, da in den erhabnen die Gegenstände kleiner und näher zugleich, in den hohlen größer und entfernter zugleich gesehen werden. Erhabne Gläser zeigen nach Montucla den Rand des Tisches, von oben herab betrachtet, entfernter, so daß die, die ihn berühren wollen, mit dem Finger unter den Tisch fahren. Der ins Wasser gesenkte Theil eines lothrechten Fadens scheint dem Auge näher gerückt, da er nach Smiths Erklärung weiter gerückt scheinen müßte, weil er verkleinert wird.

Kraft (Comm. Petrop. Vol. XII. p. 252. 256.) hat Barrows Grundsatz vertheidigt. Beym schwersten Falle, wo nemlich im Hohlspiegel ein Bild gesehen wird, wenn gleich die Spitzen der zurückgeworfenen Stralenkegel hinter dem Auge liegen, meynt er, man könne in diesem Falle den Spiegel als eine Menge ebner Flächen betrachten.

Da sich beym Urtheile über scheinbare Entfernung der Gegenstände von uns, unstreitig vielerley Begriffe vereinigen, die wir selbst nicht allezeit aus einander setzen können, s. Entfernung, scheinbare, so geht es wohl mit den

Bildern, die uns Gläser und Spiegel zeigen, eben so, wie mit dem, was die bloßen Augen sehen; wir können unser Urtheil über die Stelle dieser Bilder auf keine einfachen und bestimmten Grundsätze zurückführen. Im Planspiegel zeigt sich alles so, wie mit bloßem Auge betrachtet; hiebey laufen auch alle angeführte Theorien in eine zusammen. Aber für zusammengesetzte Fälle, wie bey krummen Spiegeln und Gläsern, entsteht eine neue für uns ungewöhnliche Art zu sehen, bey der wir nach unbestimmten Regeln, vielleicht selbst einer anders, als der andere, urtheilen. Herr Kästner (De objecti in speculo sphaerico visi magnitudine apparente, Comm. Nov. Soc. Gotting To. VIII. 1777.) zeigt, daß es in krummen Spiegeln eigentlich gar kein Bild gebe, weil man gar keinen Punkt angeben kan, aus dem die von einem Punkte des Gegenstandes ins Auge fallenden Stralen alle herkämen, daß es also vergebliche Arbeit sey, die Stelle dieses Bildes, wie beym Planspiegel, aufzusuchen.

Smith vollst. Lehrbegrif der Optik durch Kästner, S. 398. 401. u. f.

*Montucla* histoire des mathematiques, To II. P. IV. L. 9. c. 2.

Priestley Gesch. der Optik, durch Klügel, S. 491 u. f.

**Binoculartelescop,** Tubus binocularis, *Telescope binoculaire.* Zween Fernröhre oder Telescope, auf einem Stative so verbunden, daß man ihre Axen nach einerley Gegenstande richten, und denselben mit beyden Augen zugleich betrachten kan. Der P. Rheita, dem man auch die Erfindung des Erdfernrohrs zu danken hat, gab es zuerst an (Ocul. Enochi atque Eliae, Antv. 1665. fol.), und der P. Cherubin d'Orleans (Dioptrique oculaire, Paris 1671. fol.) suchte es mehr in Gang zu bringen. Montucla urtheilt davon, die Vortheile, die solche Instrumente in Absicht auf Lebhaftigkeit des Bilds ꝛc. gewährten, höben sich gegen die Unbequemlichkeiten des Stellens wieder auf.

Ich sahe im Jahre 1778 in Leipzig ein dem Herrn Grafen von Brühl zuständiges Instrument aus zwey

Teleskopen, deren Spiegel einen Londner Schuh Brennweite hatten. Die Spiegel waren von **Mudge**, der Mechanismus zum Stellen von **Nairne**, beyde vortreflich. Beym Gebrauch beyder Augen sahe man die Gegenstände näher und lebhafter, und glaubte sich gleichsam mehr in die Scene, die man übersah, hinein versetzt.

**Birnprobe**, engl. Pear-gage, Index raritatis in vacuo Boyliano, Index pyriformis, eine birnförmige gläserne Röhre zum Abmessen der unter der Glocke der Luftpumpe hervorgebrachten Verdünnung. **Smeaton** (Phil. Trans. Vol. XLVII. art. 69.) hat sie zuerst bey seiner Luftpumpe angebracht, s. **Luftpumpe**. Ich glaube sie nicht besser, als nach Herrn **Lichtenberg**, beschreiben zu können.

Unter der Glocke a (Taf. IV. Fig. 63.) ist s q r eine oben verschlossene etwa 6 Zoll lange Röhre, die sich unten bey r in einen birnförmigen Bauch ausweitet. Die Röhre ist mit einem Diamant getheilt und zwar stehen von oben an gerechnet die Zahlen 2000, 1000, 750, 500 u. s. w. bis 25. Dieses sagt so viel, der Theil der Röhre von oben bis an den Strich 2000 ist $= \frac{1}{2000}$ des ganzen Gefäßes u. s. w. Stellt man also unter dieses Instrument ein Gefäß mit Quecksilber, jedoch so, daß die Birnprobe das Quecksilber nicht berührt, und pumpt die Luft aus, so wird sie eben so stark unter der Probe verdünnt, als unter der Glocke überhaupt. Will man nun den Grad der Verdünnung messen, so drückt man den Drath l, an welchem die Probe befestigt ist, abwärts, daß die Oefnung der Probe in das Quecksilber eindringt, und läßt die äußere Luft zu, die dann durch ihren Druck das Quecksilber in die Probe hinauftreibt, desto höher, je stärker die Verdünnung war. Die Luft also, die vorher die ganze Probe erfüllte, erfüllt jetzt nur einen Theil derselben. Aus der Vergleichung dieses Theils mit dem Inhalte des ganzen Gefäßes läßt sich die Verdünnung schätzen; diese Vergleichung wird aber durch die Zahlen erleichtert.

Allein hiebey muß man bedenken, daß eigentlich gefragt wird, wie vielmal dünner die Luft unter der Glocke war, als die äußere, welches nur dann durchs Instrument angegeben wird, wenn die innere Luft jetzt mit der äußern gleiche Dichtigkeit erhält. Diese hat sie noch nicht, so lang das Instrument in der gegenwärtigen Stellung bleibt. Die Luft in s q nemlich hebt den Druck der äußern Luft nicht ganz allein auf, sondern diesem Drucke widersteht noch außer ihr der Druck der Quecksilbersäule q r. Die Luft in s q ist also nicht vom ganzen Drucke der Atmosphäre zusammengedrückt, also noch nicht völlig so dicht, als zur gehörigen Vergleichung nöthig ist. Um ihr einerley Dichte mit der äußern zu geben, müßte man die Probe so tief in Quecksilber tauchen, daß es außerhalb eben so hoch stünde, als innerhalb der Röhre. Da dies unbequem wäre, verfährt man nach **Smeaton** lieber so: Nachdem das Quecksilber in die Probe aufgestiegen ist, und seine größte Höhe erreicht hat, zieht man den Drath l wieder auf, daß die Mündung der Probe frey wird, so läuft das Quecksilber aus dem weiten birnförmigen Bauche heraus, bleibt aber in der obern engern Röhre, wenigstens zum Theil, hängen. Hierauf nimmt man die Probe aus der Glocke heraus und hält die Röhre horizontal, da denn die kleine Quecksilbersäule, die nun dem Drucke der äußern Luft durch ihr Gewicht nicht mehr widersteht, von derselben so weit fort von q gegen s geschoben wird, bis die eingeschloßne Luft in s q mit der äußern gleiche Dichtigkeit hat, und folglich den Raum einnimmt, den man suchte.

Auf diese Weise allein läßt sich der Grad der **Verdünnung** der Luft messen: Werkzeuge, die man sonst dazu gebrauchte, s. **Elasticitätszeiger**, geben blos die Verminderung der Elasticität an. Wollte man etwa beydes hier für einerley halten, so würde man oft in kaum zu übersehende Irrthümer gerathen. Beym Verdünnen der Luft entstehen elastische Dämpfe aus der Luftpumpe, die aufs Barometer wirken, bey der Birnprobe aber durchs Zulassen der Luft wieder niedergeschlagen werden, und dann nicht mehr aufs Quecksilber wirken. Daher rührt der große

Unterschied zwischen der Verdünnung, die aus der Birnprobe, und der, die aus dem Elasticitätszeiger geschlossen wird.

Nairne (Philos. Transact. Vol. LXVII. art. 32.) vergleicht durch Versuche mit beyderley Werkzeugen die Wirkungen einer Smeatonischen Luftpumpe und einer gemeinen. Er behauptet, nur durch Vergleichung der Birnprobe und des Elasticitätszeigers lasse sich ausmachen, was für ein Theil der ganzen unter der Glocke zurückgebliebenen Materie aus Luft, und welcher aus Dämpfen bestehe.

Lichtenberg Beschreibung der Smeatonschen Luftpumpe ꝛc. in der neuen Auflage der Erxlebenschen Anfangsgründe der Naturl. Gött. 1784. 8. nach der Vorrede.

**Bittersalzerde, Edinburgische Magnesie,** Magnesia Edinburgensis s. salis Ebshamensis, *Magnesie du sel d'Ebsom.* Eine eigne von den übrigen wesentlich verschiedene Erde, welche, mit der Vitriolsäure verbunden, das englische (ebsomer, sedlitzer, seidschützer) Bittersalz giebt, aus dessen Auflösung im Wasser sie sich durch vegetabilisches Laugensalz wieder niederschlagen läßt. Erst D. Black (Essays and Observations physical and litterary publ. by a society in Edinburgh. Vol. II.) hat diese Erde und ihre Eigenschaften gehörig kennen gelehrt.

Sie findet sich nicht, wie Kalk und Thonerden, für sich, sondern nur in den genannten Bittersalzen und verschiedenen Steinarten, als im Serpentin, Nieren- und Specksteine, der brianzoner Erde, spanischen Kreide, dem Trippel, Basalt, Schörl, Zeolith, u. a. Die durch milde Laugensalze niedergeschlagne Magnesie führt viel Luftsäure bey sich, und löset sich in allen Säuren mit einem starken Aufbrausen auf. Durch das Brennen wird ihr dieses Gas entzogen; sie löset sich dann noch immer in den Säuren, jedoch ohne Aufbrausen, auf. Aber sie unterscheidet sich von dem ebenfalls gebrannten Kalke in den mehrsten Eigenschaften, besonders darinn, daß sie nicht die geringste Aetzbarkeit zeigt, auch im Wasser nicht auflöslich ist. Ueberhaupt verhält sie sich bey allen chymischen Unter-

suchungen, als eine eigne von andern bekannten ganz verschiedene Erde.

Man hat sich der gebrannten Magnesie bisher blos in der Arzneykunst zu Dämpfung der Schärfe in den ersten Wegen bedienet. Eben diese Dienste thut auch eine andere unter dem Namen der weißen Magnesie bekannte Erde, welche von der hier beschriebnen gänzlich verschieden, und eine wahre Kalkerde ist, welche aus den Mutterlaugen des Salpeters und Kochsalzes durch fixes Laugensalz niedergeschlagen und abgesüßt wird.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Magnesia.

**Blasen**, Luftblasen, Bullae aëreae, *Bulles d'air*. So heißen kleine runde Luftmassen, welche entweder in eine zusammenhangende dünne Schale von Wasser oder einer andern flüßigen Materie eingeschlossen sind, oder sich sonst mitten in einer andern Materie befinden.

Wenn sich etwas Luft in eine flüßige Materie, die einige Zähigkeit hat, eingeschlossen befindet, so strebt sie vermöge ihrer Elasticität sich nach allen Seiten gleich stark auszubreiten, und nimmt hiedurch eine kugelförmige Gestalt an. Die Zähigkeit der flüßigen Materie macht, daß ihre zunächst anliegenden Theile hiebey von der Luft nicht getrennt werden, sondern um dieselbe eine dünne Kugelschale, oder ein zartes Häutchen bilden, das selbst in der Atmosphäre die frey schwebende Luftblase noch umgiebt, und sich nicht eher theilt, als bis es durch das allmählige Ablaufen des Wassers, durch einen Stoß, durch zunehmende Ausdehnung der Luft von der Wärme, oder durch irgend eine andere hinzukommende Ursache zersprengt wird. Dann verbindet sich die vorher eingeschlossene Luft mit der Atmosphäre, und der flüßige Umschluß fällt in der Gestalt eines oder mehrerer Tropfen herab.

Dies ist die Entstehung der Wasserblasen (bullae aqueae, *bulles d'eau, bouteilles d'eau*), die sich so leicht hervorbringen lassen, wenn man das Wasser mit Seife mischt, um seine Zähigkeit zu vergrößern. Sie entstehen

aber auch im reinen Wasser und andern Flüßigkeiten, aus welchen eingeschloßne Luft hervorgeht, oder die sonst mit Luft untereinander gemengt werden; nur daß sie sich nicht so leicht von solchen Flüßigkeiten trennen und frey machen lassen, weil sich der untere Theil des Umschlusses nicht so leicht, wie bey zäheren Liquoren, bildet, und die Blase beym Losreißen an der Seite zerspringt. Bey solchen Liquoren schwimmen sie blos auf der Oberfläche, die größern unter der Gestalt von Halbkugeln oder andern Kugelsegmenten. Eine Menge solcher größerer und kleinerer Blasen macht den **Schaum** aus, der überall entsteht, wo sich solche Liquoren mit Luft oder luftartigen Stoffen vermengen, z. B. bey den Wellen des Meeres, beym Einschenken des Biers, bey der Gährung und dem Aufbrausen. Auch beym Kochen der Liquoren steigt die in ihnen frey gewordene Luft in Gestalt von Blasen auf, welche aber hier wegen der Hitze bald zerspringen.

Das Wasserhäutchen, welches diese Blasen umgiebt, ist äußerst dünn, daher es bey den Seifenblasen, wie alle dünne Scheiben, Farben zeigt, s. **Farben**. Wie dünn es sey, ließe sich etwa so finden. Seifenblasen mit brennbarer Luft gefüllt, steigen in der Atmosphäre in die Höhe, s. **Aerostat**. Nennt man den Durchmesser einer solchen Blase $= D$, die Dicke des Wasserhäutchens $= x$, und setzt, die specifischen Schweren des Seifenwassers, der atmosphärischen und der brennbaren Luft verhalten sich, wie $m, n, \nu$, so muß, wenn die Blase gerade schweben soll,

$$x = \tfrac{1}{2} D - \sqrt[3]{\frac{m-n}{m-\nu}} \cdot \tfrac{1}{2} D \text{ oder nahe } = \frac{n-\nu}{6(m-\nu)} \cdot D$$

seyn, welches man für $m = 800$; $n = 1$; $\nu = \frac{1}{7}$; $= \frac{1}{3599} D$ findet. Wenn also Blasen von 2,799 oder $2\frac{4}{5}$ pariser Zoll Durchmesser nicht nur schweben, sondern sogar aufsteigen, so muß das Wasserhäutchen, das sie umkleidet, noch viel weniger, als $\frac{1}{2000}$ par. Zoll Dicke haben. **Leibnitz** (Misc. Berol. To. I. p. 123.) hat schon zu solchen Berechnungen Formeln mitgetheilt. **Newton** (Optice, L. II. P. 1. obs. 17. sqq.) hat sich der Seifenblasen zu seinen ver=

treflichen Versuchen über die Farben dünner Scheibchen bedient, und giebt (ebend. P. 2. ed. Clarkii. p. 195.) eine Tabelle, die man brauchen kan, um die Dicke ihres Wasserhäutchens zu jeder Zeit und an jeder Stelle aus der Ordnung der Farben zu finden. Diese Dicken gehen in der Tabelle von $\frac{3}{8}$ bis $57\frac{1}{4}$ Milliontheilchen des englischen Zolles. Oben ist das Häutchen der Blase am dünnsten, unten sammelt sich das von den Seiten ablaufende Wasser bisweilen in einen ziemlichen Tropfen. Ueberhaupt ist das Häutchen der Blase anfänglich stärker, und zeigt noch keine Farben, bald aber fängt es durch das Ablaufen des Wassers an dünner zu werden, und die Farben erscheinen zuerst am obern Theile, von welchem sie sich über die ganze Blase verbreiten. Sie wechseln in gewissen von Newton sehr genau beschriebenen Reihen periodisch ab, bis endlich ebenfalls am obern Theile schwarze Flecken entstehen, und sich so lange verbreiten, bis die Blase zerspringt. **Boyle** und **Hook** hatten schon vor Newton Beobachtungen über diese Erscheinungen der Seifenblasen gemacht, die aus einem Kinderspiele ein Hülfsmittel der wichtigen Entdeckungen von den natürlichen Farben dünner Körper geworden sind.

Luftmassen in einer flüßigen Materie werden überhaupt **Luftblasen** genannt, wenn sie auch gleich mit keinem flüßigen Häutchen umschlossen sind. Etwas Luft im Quecksilber eines Barometers, viel oder wenig, heißt allezeit eine Luftblase, wenn man gleich keine Erfahrung davon hat, daß das Quecksilber ein Häutchen darum bilde. Man hat Wasserwagen, die aus einer mit gefärbtem Liquor fast ganz angefüllten Glasröhre bestehen; nur einen kleinen leer gelassenen Raum nimmt etwas Luft ein; diese Instrumente heißen davon Wasserwagen mit der Luftblase (*niveaux à bulle d' air*), s. **Wasserwage**. Selbst in festen Körpern, z. B. im Glase, Eise ꝛc. eingeschlossene Luft führt den Namen einer Luftblase, wenn sie in diese Körper gekommen ist, als sie flüßig waren, und daher eine runde Gestalt angenommen hat.

**Bläschen, Dunstbläschen,** s. **Dünste**.

**Blendung**, Bedeckung der Gläser, Annulus aperturam lentium definiens, *Anneau, qui couvre les bords des verres dioptriques*. Bey den dioptrischen Werkzeugen machen es die Abweichungen wegen der Kugelgestalt und wegen der Farbenzerstreuung (s. Abweichung, dioptrische) nöthig, die an den Rändern der Gläser einfallenden Lichtstralen abzuhalten. Man bedeckt daher den äußern Ring oder Rand der Gläser mit etwas, welches die Blendung oder Bedeckung der Gläser genannt wird. Diese Blendung ist ein Ring von Pappe, Holz, Blech rc. gemeiniglich schwarz gefärbt. Die Oefnung in der Mitte, durch welche das Licht wirklich einfällt, heißt Apertur oder Oefnung, s. Apertur.

Man bestimmt die Größe der Bedeckungen und Oefnungen gemeiniglich durch Proben. Die Blendungen für die Augengläser sind Ringe, welche inwendig in den Röhren gemeiniglich da angebracht werden, wo die Vereinigungspunkte der Stralenkegel liegen. Größere Oefnungen verstärken beym Objective die Helligkeit des Bildes, und beym Augenglase vergrößern sie das Gesichtsfeld.

**Bley**, Plumbum, *Plomb*. Ein im Feuer nicht beständiges, dehnbares Metall, von einer weißen Farbe, welche dunkler, als beym Zinn, ausfällt. Es ist unter allen Metallen das weichste, und läßt sich ohne Mühe zerschneiden und beugen. Auf dem Schnitte erscheint es dicht, glatt und glänzend, verliert aber diesen Glanz bald an der Luft, ob es gleich sonst der Einwirkung der Luft und des Wassers sogar länger, als Eisen und Kupfer, widersteht. Es hat unter allen Metallen den geringsten Klang, und die schwächste Elasticität und Zähigkeit. Ein Bleydrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser trägt, ohne zu reißen, nicht mehr als $29\frac{1}{2}$ Pfund.

Dennoch hat es nach dem Golde, dem Silber und der Platina die beträchtlichste specifische Schwere. Diese ist nach Muſſchenbroek (Introd. ad philos. nat. To. I. p. 536.) bey deutschem sehr reinen Bley 11,451, nach Bergmann (Anm. zu Scheffers chym. Vorles. S. 521.)

11,386mal größer, als die des reinen Wassers, so daß ein pariser Cubikschuh davon etwa 828 Pfund wiegt.

Das Bley ist sehr leichtflüßig und schmelzt bey 540 Grad Wärme nach Fahrenheit, lange vorher, ehe es roth glühet. Sobald es geschmolzen ist, fängt es auch an, sich zu verkalken, und zeigt auf der Oberfläche eine graue Asche. Dieser graue Bleykalk wird durch eine fortgesetzte Verkalkung gelb, und heißt dann Bleygelb, Massicot (*jaune de plomb*), endlich ganz roth, in welchem Zustande er den Namen der Mennige (*minium*) bekömmt. Bey stärkerm Feuer schmelzt er alsdann sehr leicht zu einer gelblichen glasartigen Masse in einer schuppichten Gestalt, der Bleyglötte (lithargyrium, *litharge*). Noch stärker erhitzt verglaset er sich völlig, und bildet das Bleyglas (vitrum Saturni), eine im flüßigen Zustande so dünnflüssige und wirksame Masse, daß die dichtesten Schmelztiegel davon, wie von Wasser, durchdrungen und mit einer Glasur überzogen werden. Alle diese Kalke und Gläser sind sehr schwer, und behalten vielen brennbaren Stof bey sich, daher sie sich auch sehr leicht wieder zu Metall herstellen lassen. Das Bley nimmt bey der Verglasung alle erdichte Materien und Metalle, nur das Gold und Silber ausgenommen, an sich. Man bedient sich daher desselben zum Abtreiben des Silbers auf der Kapelle, wobey sich das Bley nebst den dem Silber beygemischten Metallen in eine Bleyglötte verwandelt, welche sich durch Schmelzung zwischen Kohlen wieder anfrischen, d. i. zu Bley wiederherstellen läßt.

Das Bley läßt sich von allen Säuren auflösen. Die Bleyauflösung in Salpetersäure giebt behutsam abgeraucht den Bleysalpeter (Plumbum fulminans), der sich über dem Feuer leicht mit einem Knall entzündet. Aus eben dieser Auflösung schlägt die Vitriolsäure den Bleyvitriol, und die Salzsäure das Hornbley nieder. Auch die Pflanzensäuren lösen das Bley mit vieler Leichtigkeit auf. In den Dämpfen der Eßigsäure überzieht sich das Bley mit einem weißen Beschlag, dem Bleyweiß (cerussa, *ceruse*), welches Bergmann (Diss. de acido aëreo, §. 17.) für

einen mit Luftsäure verbundenen Bleykalk hält, weil es sich in den Säuren mit Aufbrausen auflöset, und viel fixe Luft von sich giebt. Es wird in der Oelmalerey häufig gebraucht, ist aber für die Gesundheit derer, welche damit umgehen, gefährlich, weil es, wie mehrere Bleyproducte, die unter dem Namen der Bleykolik oder Hüttenkatze bekannte Krankheit veranlasset. Auch ist es geneigt, das Brennbare wieder an sich zu nehmen, und verliert daher bald die erste schöne Weiße. Bleyweiß in Eßig aufgelöset giebt den **Bleyeßig**, aus dessen Durchseihung und Abrauchung ein in Wasser auflößliches süßes Metallsalz, **Bleysalz** und **Bleyzucker**, entsteht, dessen Anwendung zu Versüßung saurer Weine höchst schädlich und strafbar ist. Auch die alkalischen Salze lösen das Bley auf dem nassen Wege auf.

Die Oele und Fettigkeiten wirken auch auf das Bley, und vorzüglich auf seine Kalke. Bleyweiß, Mennige und Bleyglötte in Oel gekocht, machen dasselbe sehr **trocknend**, daher solches gekochtes Oel in der Malerey häufig gebraucht wird. Noch mehr Bleykalk macht die Oele, wenn sie erkalten, zu einer zähen schmierigen Masse, daher man vielen Pflastern in der Wundarzneykunst ihre Consistenz durch Bleykalke giebt.

Auch mit dem Schwefel und den Metallen verbindet sich das Bley, mit dem Eisen am schwersten, am gewöhnlichsten wird es mit dem Zinn versetzt.

Das Bley wird selten oder gar nicht gediegen, am häufigsten durch Schwefel vererzet, gefunden. Diese Erze haben eine dunkle metallische und glänzende Farbe, und in ihren Theilen eine würfliche Gestalt. Sie heißen **Bleyglanz** (Galena), und halten fast allezeit Silber. Außerdem findet man das Bley in den weißen, grünen und rothen **Bleyspathen**, worinn die Bleyerde mit einer beträchtlichen Menge von mephitischem Gas vereiniget ist.

Dieses Metall und seine Bereitungen werden häufig gebraucht. Das Bley selbst dient in Gebäuden zu Platten, Wasserbehältern und Röhren, zu Pfannen, um Alaun und Vitriol zu sieden, zu Gewichten, zu Kugeln und

Schrot. In der Arzeneykunst werden die Bleybereitungen äußerlich als kühlende, beruhigende, trocknende und zurücktreibende Mittel gebraucht. Sie dienen auch in der Malerey als Farbe und zum Trocknen, in der Malerey auf Schmelzwerk und Porcellan als Schmelzungsmittel, und zu den Glasuren der irdenen Gefäße. Endlich ist das Bley das Mittel, Gold und Silber fein zu machen und zu probiren.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Bley.

**Bleyrecht**, s. Verticallinie.

**Blitz**, **Wetterstral**, Fulmen, *Eclair*, *Foudre*. Der Blitz ist ein heftiger elektrischer Funken zwischen zwoen Wolken, oder zwischen einer Wolke und einem Theile der Erdfläche, wodurch das gestörte Gleichgewicht ihrer Elektricitäten vermittelst eines plötzlichen und gewaltsamen Ueberganges hergestellt wird. **Blitz** (*éclair*) ist die allgemeine Benennung dieses Phänomens; **Wetterstral**, **Wetterschlag**, **einschlagender Blitz** (*foudre, carreau*) heißt insbesondere derjenige, der die Erde oder Körper auf derselben trift; dieser tödtet oft Menschen und Thiere, schmelzt Metalle, zerstört und entzündet Gebäude, und ist zugleich eine der prachtvollsten, aber auch der fürchterlichsten Wirkungen der Natur, daher der Aberglaube der Alten die Blitze unmittelbar von den Göttern schmieden und herabschleudern ließ.

— Cui non animus formidine Divûm
Contrahitur, cui non conrepunt membra pavore
Fulminis horribili cum plagâ torrida tellus
Contremit, et magnum percurrunt murmura coelum?
Non populi gentesque tremunt, regesque superbi
Corripiunt Divûm perculsi membra timore
Ne quod ob admissum foede, dictumve superbe
Poenarum grave sit solvendi tempus adactum?

Lucr. de rer. nat. V. v. 1217.

Man hielt ehedem den Blitz für eine Entzündung brennbarer in der Luft schwebender Dünste (Aristot. Meteor.

c. 3.), welche viele Naturforscher aus Salzen und Schwefel bestehen ließen, um sich daraus, wie beym Schießpulver, die Explosion, den Donner und die gewaltsamen Wirkungen des Wetterstrals zu erklären. Noch Muſſchenbroek (Introd. ad phil. natur. Lugd. Bat. 1760. gr. 4. §. 2522. ſqq.), der sich hievon nicht ganz losreißen kan, nimmt besondere Arten des Blitzes an, welche zum Theil aus einer unter der Erde entzündeten und aus dem Boden hervorbrechenden schweflichten Materie, zum Theil aus einem vom Himmel herabfallenden brennenden Stof bestehen sollen. Es ist nicht zu läugnen, daß solche Naturbegebenheiten wirklich vorkommen (s. Gas, brennbares, Feuerkugeln), aber sie sind von dem Blitze sehr wesentlich unterschieden.

Bey den häufigen Versuchen, welche man seit dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts über die Elektricität angestellt hat, ist das elektrische Licht von Mehrern mit dem Blitze verglichen worden. D. Wall (Phil. Trans. Vol. XXVI. for 1708. no. 314.) bemerkt schon, das Licht und Knistern des geriebenen Bernsteins sey dem Blitze und Donner ähnlich, ohne jedoch diese Aehnlichkeit weiter, als bis auf den äußern Schein zu treiben. Nollet (Leçons de Phyſ. Paris. 1743. Vol. IV. S. 34.) geht schon viel weiter, und erklärt, wenn Jemand durch Vergleichung der Erscheinungen darthun würde, daß der Donner in den Händen der Natur eben das sey, was die Elektricität in den unsrigen ist, und daß die Wolke dabey die Stelle des Hauptconductors der Elektrisirmaschine vertrete, so werde ihm diese Meynung sehr gefallen. Er selbst habe auffallende Aehnlichkeiten zwischen beyden wahrgenommen, und hoffe, man werde vom Donner und Blitze weit richtigere Vorstellungen, als bisher, erhalten, wenn man bey Erklärung derselben die Elektricität zum Muster nehmen wolle.

Was Nollet hier so richtig, aber doch mit Ungewißheit und nur als Vermuthung angiebt, das hat als positive und nicht zu bezweifelnde Wahrheit zuerst im Jahre 1746 mein ehemaliger Lehrer, der um die Elektricität so verdiente Professor Johann Heinrich Winkler in Leipzig

behauptet. In seiner Abhandlung von der Stärke der elektrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäßen (Leipz. 1746. 8.) untersucht er in einem eignen Capitel die Frage, ob Schlag und Funken der verstärkten Elektricität für eine Art des Donners und Blitzes zu halten sind? Er vergleicht die Erscheinungen und Wirkungen beyder, und schließt aus denselben auf eine vollkommene und wesentliche Gleichheit, wobey der einzige Unterschied in den Grad der Stärke zu setzen sey. Mir wenigstens ist keine ältere Schrift bekannt, in welcher diese für die Physik und das Wohl der Menschen wichtige Entdeckung mit einer so unbedingten Gewißheit vorgetragen wäre. Ich glaube dies zur Ehre der Deutschen und aus Dankbarkeit gegen meinen Lehrer bemerken zu müssen, da es allgemein eingeführt ist, **Franklin** als den ersten Urheber dieser Entdeckung zu nennen. Winkler selbst (Progr. de avertendi fulminis artificio, Lips. 1753.) führt seine Behauptung auch als die ältere und erste an. Allein er war zu besch[...]den, um sein Recht darauf gegen Franklin mit Nachdruck geltend zu machen, zumal da er wohl einsahe, daß dieser große Mann sie nicht von ihm entlehnt, auch viel weiter als er verfolgt, zuverläßiger erwiesen, und früher zum praktischen Nutzen angewendet hatte. Es ist oft das Schicksal der Deutschen gewesen, daß eine ähnliche Bescheidenheit ihnen verdienten Ruhm entzogen hat.

D. **Franklin** in Philadelphia war um das Jahr 1747, so wie **Nollet** und **Winkler**, auf die große Aehnlichkeit des Blitzes mit den Erscheinungen des elektrischen Funkens aufmerksam geworden, und schlug bald nachher ein kühnes Mittel vor, die Meinung von der Gleichheit beyder durch Versuche zu prüfen. Da er es zur Gewißheit gebracht hatte, daß spitzige Körper die Elektricität weit mehr und aus größern Entfernungen, als stumpfe, anzögen (s. **Spitzen**), so verfiel er auf den großen Gedanken, durch spitzige metallische Stangen den Blitz vom Himmel herab zu locken. Er machte die Erklärungen und Vorschläge hierüber in seinen Briefen an Collinson bekannt (New exp. and obs. on electricity in several letters to

Mr. Collinson, by Benj. *Franklin*, London. 1751. 4. Franklins Briefe v. der Elektricität, übers. v. Wilke, Leipz. 1758. 8. S. 50 f. ingl. S. 72 u. f.). Nach einer Warnung, sich durch den großen Unterschied im Grade der Stärke nicht irre machen zu lassen, führt er viele Aehnlichkeiten des Blitzes und des elektrischen Funkens umständlich aus. Beyde laufen in geschlängelten Wegen, treffen hohe und spitzig hervorragende Gegenstände am leichtesten, ergreifen die leichtesten und besten Leiter, sengen und zünden, schmelzen Metalle, durchlöchern feste Körper, machen Menschen und Thiere blind, zerstören das thierische Leben, benehmen dem Magnet seine Kraft, oder verkehren seine Pole. Schon hierdurch hält er sich für überzeugt von der Gleichheit des Blitzes und der Elektricität, wendet die Erfahrungen von den Spitzen auf Vorschläge zu Blitzableitern an (a. a. O. S. 87.), und giebt eine Art von Donnerhaus (S. 88.) oder eine Vorrichtung an, das Feuer der Donnerwolke herabzuziehen, und dadurch zu untersuchen, ob sie in der That elektrisch sey, oder nicht.

Die vollkommene Bestätigung dieser Theorie hieng nur noch von unmittelbaren Versuchen ab, welche die Elektricität der Gewitterwolken selbst vom Himmel herabbrächten, dergleichen Franklin zwar vorgeschlagen, aber noch nicht ausgeführet hatte. Diese Bestätigung erfolgte zuerst im Jahre 1752 durch Dalibart zu Marly-la-ville, und Delor zu Paris, zween eifrige Anhänger der Franklinschen Meinungen. Der erste befestigte eine 40 Fuß hohe eiserne Stange mit seidnen Schnüren an Pfählen, und stellte ihren Fuß vor dem Regen in Sicherheit. Am 10ten May 1752 erhielt der dabey gegenwärtige Tischler Coiffier bey einem entstandnen Gewitter Funken aus derselben, rief den Pfarrer des Kirchspiels nebst einer Menge Zeugen herbey, und erkannte mit ihnen die Funken offenbar für elektrische. Delor hatte eine 99 Fuß hohe Stange aufgerichtet, aus der er acht Tage nach jenem Versuche beym Vorüberziehen einer Gewitterwolke, welche nicht blitzte, ebenfalls Funken erhielt. Diese Versuche wurden nachher

in Gegenwart des Königs wiederholt, und außer den vorhin genannten Personen noch vom Grafen von Buffon, Mazeas und le Monnier viel weiter getrieben. Der letztere bemerkte schon an einem 5—6 Schuh hoch an Seide hängenden Sprachrohre augenscheinliche Zeichen der Elektricität, und fand eine auf Pech stehende Person, die eine 18 Fuß hohe mit Drath umwundene hölzerne Stange in der Hand hielt, beym Gewitter elektrisch.

Noch in eben dem Jahre wurden in den Monaten Julius und August in England ähnliche Versuche von **Canton**, **Wilson** und **Bevis** angestellt, wodurch die Franklinische Behauptung der Gleichheit des Blitzes und elektrischen Funkens außer allem Zweifel gesetzt, und von Canton schon entdeckt ward, daß unter den Wolken einige positiv, andere negativ elektrisch sind.

Zu eben der Zeit erhielt **Franklin** selbst, ohne noch etwas von den Versuchen in Frankreich zu wissen, eine Bestätigung seiner Theorie vermittelst eines elektrischen Drachen, s. **Drache, elektrischer**. Mit diesem Werkzeuge, welches aus zween kreuzweis gelegten Stäben und einem darüber gespannten seidnen Schnupftuche bestand, mit einer eisernen Spitze versehen und an einer hanfenen Schnur gehalten ward, gelang es ihm im Junius 1752, beym Vorüberziehen einer Gewitterwolke, aus einem an der Schnur befestigten Schlüssel Funken zu erhalten, welche noch stärker wurden, als die Schnur naß und dadurch ein besserer Leiter geworden war. Im September 1752 richtete er auch eine isolirte eiserne Stange auf, um den Blitz in sein Haus herabzuleiten, und befestigte daran zwey Glöckchen, wie das elektrische Glockenspiel (s. **Glockenspiel, elektrisches**), welche ihn durch ihr Läuten benachrichtigten, wenn die Stange elektrisirt sey. Er fand durch diese Geräthschaft am 12 Apr. 1753 bey einem starken Gewitter die Elektricität der Wolken negativ, beobachtete auch noch in demselben Jahre Wolken von positiver Elektricität, Uebergänge von einer Elektricität in die andere, und elektrische Erscheinungen in der Atmosphäre auch

außer den Zeiten der Donnerwetter. (s. Franklins Briefe S. 146 u. f.)

Von dieser Zeit an wurden die Beobachtungen über die Elektricität der Gewitter vermittelst isolirter Stangen und elektrischer Drachen in mehrern Ländern häufig angestellt. Besonders hat sich Beccaria zu Turin durch die Menge und Mannigfaltigkeit seiner Versuche (Lettere dell' ellettricismo, Bologna 1753. 4.) und de Romas zu Nerac durch die starke Elektricität, welche er nicht ohne Gefahr vermittelst eines elektrischen Drachen herabbrachte (s. Drache, elektrischer), ausgezeichnet. Der verdiente Professor Richmann in Petersburg ward ein trauriges Opfer dieser Untersuchungen. Er hatte am Dache seines Hauses eine eiserne Stange ausgesteckt, wovon isolirte metallene Dräthe in das Haus geleitet, und noch am Ende durch einen gläsernen Becher isolirt waren, damit die Elektricität der Gewitterwolken sich daselbst häufen, und einen am Drathe hangenden Faden abstoßen möchte, dessen Abstoßungswinkel an einem Quadranten gemessen die Stärke der Elektricität angeben sollte (Winckler de avert. fulminis artificio, p. 4. sq. Fig. 1.). Man sieht bey der jetzt bekannten Theorie die große Gefahr einer solchen unterbrochenen Leitung leicht ein, und Richmann selbst, so neu auch die Sache noch war, äußert doch (Nov. Comm. Petrop. To. IV. p. 335.), daß er Gefahr ahnde, der er aber seines Amts halber mit Muth und Unerschrockenheit entgegen gehe. Am 6 Aug. 1753, als es in der Ferne gedonnert hatte, und er nebst dem Kupferstecher der Akademie Sokolow zu seinem Elektricitätszeiger geeilt war, gegen den er sich dahin, wo das Metall aufhörte, bückte, fuhr ein Wetterstral aus dem Drathe durch einen Fuß Zwischenraum in Gestalt eines weißbläulichen Feuerballens nach seinem Kopfe, warf ihn todt zurück, und hinterließ an seiner Stirn einen mit Blut unterlaufenen Fleck, nebst einigen nur in die Haut gebrannten Flecken am Körper, und einem bläulichen am linken Fuße, wo ohne Verletzung des Strumpfs der Schuh zerrissen war. Innerlich fand man ausgetretenes Geblüt in der Luftröhre und Lunge, auch

einige von Blut ausgedehnte Adern in der Gekrösdrüse und den dünnen Gedärmen, und der Körper gerieth in zweymal 24 Stunden in Fäulniß. Der gläserne Becher und der Drath waren zerschmettert, und glühende Stücken des letztern hatten in Sokolows Kleid Striemen gesengt, der auch selbst betäubt zu Boden fiel. Das ganze Haus war voll Dampf und Schwefelgeruch; ein Thürgerüst, durch welches die Leitung gieng, ward beschädigt, einige Bediente betäubt, und der Knall des Donners dabey war sehr heftig (Philos. Trans. Vol. XLIX. p. 61. sq.). Dieser traurige Vorfall hätte, bey mehrerer Kenntniß der damals noch ganz neuen Sache, durch eine leichte Vorsicht abgewendet werden können, und man muß ihn daher nicht als eine Einwendung gegen dergleichen Versuche anführen. Man hatte hier alles zu Anhäufung der Elektricität und Unterbrechung ihres Fortgangs veranstaltet, ohne im geringsten auf Ableitung derselben bedacht zu seyn, wozu noch die Sorglosigkeit kam, mit welcher sich der unglückliche Richmann der Geräthschaft näherte, und dem durch sie zur Erde herabfahrenden Blitze entgegen stellte. Inzwischen ward durch diesen tief eindringenden Fall jedermann auf den Zusammenhang zwischen Blitz und Elektricität aufmerksam gemacht, und man hat seitdem den Blitz allgemein für eine elektrische Erscheinung angenommen.

Ich glaube im Verfolg dieses Artikels den gründlichsten und zusammenhängendsten Unterricht von der Natur und den Wirkungen des Blitzes geben zu können, wenn ich einen kurzen Auszug desjenigen vorlege, was Herr Reimarus in seinem vortreflichen Werke (Vom Blitze, Hamburg 1778. 8.) darüber gesagt hat. Die Erfahrungen, auf welche sich alle diese Sätze gründen, sind im Buche selbst mit vieler Beurtheilungskraft angeführt und benützt.

Die Erregung der Elektricität geschieht vornemlich durch Reibung ursprünglich elektrischer oder nicht-leitender Körper, bisweilen auch, wie beym Turmalin, durch Abwechselung der Wärme. Die erregte Elektricität wird

sodann in isolirten Leitern gesammlet und angehäuft. Sehr wahrscheinlich entsteht also die Elektricität der Gewitterwolken durch die Reibung der Lufttheilchen, oder durch die Abwechselung ihrer Wärme. Vielleicht hat man die gewöhnliche Abkühlung der Luft bey Gewittern nicht als Folge, sondern als Ursache der Gewitter anzusehen, die sich nur später in die niedern Regionen der Atmosphäre verbreitet. De Lüc (Reisen nach den Eisgebirgen von Faucigny, Leipzig 1777. 8. S. 173.) ward durch heftige Kälte von einem Berge herabgetrieben, und im Niedersteigen von einem Gewitter mit Hagel überfallen, da man während der Zeit in der Tiefe eine starke Hitze vor dem Gewitter gespürt hatte. Nach Gewittern im Winter pflegt die Wärme zuzunehmen (Reimarus vom Blitze, S. 255. Anm. 206.). Die Ausdünstung des Wassers erzeugt negative Elektricität, und zeigt dadurch, daß die aufsteigenden Dünste positiv elektrisirt seyn müssen. Auch dies ist eine Hauptquelle der Elektricität in der Atmosphäre. Daher zeigt sich die Luft, auch ohne Wolken, stets in einigem Grade elektrisch, s. Luftelektricität. Diese Elektricität theilt sich dann vielleicht den Wolken, als isolirten oder überall mit Luft umgebnen Leitern, mit, und häuft sich in denselben bis zu hohen Graden an. Wenn dicke Wolken herankommen, oder nur der Wind von entferntem Gewölke her bläset, so zeigt sich mehrentheils in der Luft eine negative Elektricität, wie auch geschieht, wenn es regnet. Durch geringe Veränderungen der Umstände kan beym Reiben ebendesselben Körpers, statt positiver, negative Elektricität hervorgebracht werden; daher sich auch die Entstehung negativ elektrisirter Wolken leicht erklärt. Ueberdies hat jeder elektrisirte Körper einen Wirkungskreis, innerhalb dessen andere nicht elektrisirte und mit der Erde verbundene Körper die der seinigen entgegengesetzte Elektricität erhalten, wenn sich ein isolirendes Mittel dazwischen befindet. Hierauf beruht die ganze Theorie der elektrischen Ladung, und so kan eine Wolke, blos durch den Wirkungskreis einer benachbarten positiven, negativ elektrisch werden.

Inzwischen macht die positive oder negative Elektricität der Wolken keine Verschiedenheit in den Erscheinungen und Wirkungen des Blitzes. Die elektrischen Funken und Schläge äußern dieselben Wirkungen, und folgen denselben Gesetzen, sie mögen aus positiven oder negativen Leitern kommen.

Wenn man zwey ebne und glatte kreisrunde Breter mit Zinnfolie belegt, und in horizontalen und parallelen Lagen mit ihren belegten Seiten gegen einander kehret (wozu man das untere auf einen mit der Erde verbundenen Fuß stellen, das obere an seidnen Schnüren so aufhängen kan, daß es sich isolirt aufziehen und niederlassen läßt), so wird man folgenden für die Lehre vom Blitze sehr wichtigen Versuch anstellen können. Wird das obere Bret mit einer Elektrisirmaschine verbunden, und dem untern Brete genähert, so wird dieses die entgegengesetzte Elektricität von jenem erhalten; und wenn man unter diesen Umständen beyde zugleich berührt, so werden sich ihre entgegengesetzten Elektricitäten durch den Körper oder die Hand mit einem Erschütterungsschlage ausladen. Bringt man beyde Breter einander sehr nahe, z. B. auf einen halben Zoll, und elektrisiret das obere sehr stark, so erfolgt mehrentheils von selbst eine freywillige Entladung mit einen starken die Luft durchbrechenden Funken. Vor diesem Schlage ziehen die Breter einander stark an; beym Schlage selbst aber werden sie von einander geworfen (welches man noch besser beobachten kan, wenn die Breter nicht horizontal gestellt, sondern vertikal aufgehangen sind). Ist in der Mitte des einen oder andern Brets ein kleiner hervorragender Körper befestiget, so geschieht der durchbrechende Schlag allezeit an dieser Stelle. Steht aber anstatt des hervorragenden Körpers auf dem einen Brete eine scharfe Spitze, so kan weder eine Ladung noch ein Schlag hervorgebracht werden.

Dieser von den Herren Wilke (Diss. de electricitatibus contrariis, Rostoch. 1757. 4. exp. 58.) und Aepinus herrührende Versuch zeigt im Kleinen sehr deutlich, was beym Gewitter im Großen vorgehet. Die Luft ist hier der ursprünglich elektrische Körper, in welchem die

Elektricität erregt wird. Eine elektrisirte Wolke befindet sich an der Stelle des obern, ein Theil der Oberfläche der Erde oder eine andere Wolke an der Stelle des untern Brets. Die Erdfläche wird im Wirkungskreise einer positiven Wolke stets eine negative Elektricität annehmen, beyde werden einander anziehen, und wenn die Wolke nahe genug, und ihre Elektricität stark genug ist, oder wenn zwischen der Erdfläche und der Wolke irgend eine leitende Verbindung entsteht, so wird eine Entladung, ein **Blitz** erfolgen, welcher insgemein erhabne hervorragende Körper, z. B. Gebäude, Bäume, Schiffe ꝛc. zuerst trift, weil sie entweder der Wolke am nächsten sind, oder am ersten in einen Theil der leitenden Verbindung kommen können. Auch zwo Wolken können gegen einander auf eine ähnliche Art wirken, wenn die eine davon entweder mit der Erde in Gemeinschaft steht, oder wenigstens weiter fort innerhalb ihres Wirkungskreises Körper antrift, in denen sie eine der ihrigen entgegengesetzte Elektricität erzeugen kan. In diesem Falle entstehen abwechselnde Elektricitäten an den verschiedenen Seiten mehrerer Wolken, und bey der Entladung schlägt der Blitz zugleich aus der ersten in die zwote, aus der zwoten in die dritte u. s. f. Hieraus wird sich die oben angegebene Definition des Blitzes sattsam erklären.

Die Anziehung, welche zwischen den elektrisirten Wolken unter einander selbst und mit der Erdfläche statt findet, verursachet unregelmäßige Bewegungen der Wolken, plötzliche und veränderliche Windstöße, daher Wirbelwinde, kräuselndes Aufsteigen des Staubes und leichter Körper, heftige Regengüsse, und auf der See die bekannten Wassersäulen oder Wasserhosen.

Der Blitz selbst, der eigentlich ein Ausbruch einer leuchtenden Materie ist, und stillstehend einen Feuerballen vorstellen würde, erscheint seiner schnellen Bewegung halber selten anders, als in der Gestalt eines Strals. Man sieht ihn, wie den elektrischen Funken, bisweilen gerade auf den getroffnen Gegenstand zu gehen, bisweilen sich schlängeln oder ein Zigzag bilden, bisweilen von einem Theile

der Wolke zum andern überspringen, oft einen Stral sich in mehrere zertheilen. So scheint auch eine innere wirbelnde Bewegung im Blitze vorzugehen, wie man denn oft bemerkt, daß er sich um cylindrische Körper, die er der Länge nach trift, in Schraubengängen herumwindet. In einigen Fällen haben doch nahe Beobachter die Gestalt des Blitzes als einen Feuerballen angegeben, wie z. B. Sokolow bey dem Richmannischen Falle.

Da der Schlag den nächsten Theil des Gegenstandes trift, und die isolirende Luftscheibe durchbohrt, wo sie am dünnsten ist, so können die Blitze nach verschiednen Richtungen, aufwärts, niederwärts, schräg oder horizontal gehen, je nachdem sie hie oder da einen nähern Gegenstand, der sie aufnehmen kan, antreffen. Der Wetterstral, der von der Wolke zur Erde herabkömmt, trift daher hohe Stellen, der zur Seite geht, freystehende Gebäude oder Bäume am öftersten. Niedrige von hohen Gegenständen umringte Stellen sind dagegen am meisten gesichert. Die Schlagweite kömmt auf die Stärke der Ladung der Wolke, auf die Beschaffenheit der Luft in Absicht der Feuchte und Trockenheit, und auf die Gestalt der Gegenstände an. Schmale hervorragende Theile, z. B. Knöpfe, Schorsteine auf Gebäuden, Menschen, Thiere, Korngarben, Heuhaufen auf freyem Felde, werden leichter und aus größerer Ferne getroffen. So giebt es Fälle, wo der Blitz aus einer ziemlichen Entfernung schräg gegen den Schorstein eines Hauses gegangen ist, ohne die näher liegenden platten Theile des Daches zu berühren. Oft können Zwischenwolken oder Sammlungen von Dünsten die Bahn des Blitzes auf Gegenstände leiten, die sonst außerhalb der Schlagweite gelegen hätten. Findet der Blitz mehrere gleich geschickte Gegenstände in seiner Schlagweite, so theilt er sich bisweilen in mehrere Stralen. Vielleicht fällt er, wo keine besondere Hervorragungen sind, in größerm Umfange auf einmal herab. Man findet bisweilen auf den Wiesen sogenannte Zauberkreise (fairy-circles) von 3—4 Schuh Durchmesser, in welchen das Gras vom Blitze versengt ist, nach dem Abmähen aber viel frischer und grüner,

als an den übrigen Stellen, wieder wächst. (Phil. Trans. Vol. X. n. 117. p. 394. Vol. XXXIII. n. 390. p. 366.).

Starke Gewitterwolken entladen sich nicht auf einmal, sondern blitzen mit Abwechselung und Zwischenzeiten. Auch kan sich wohl während dieser Zwischenzeiten aus fortdaurenden Ursachen die Elektricität aufs neue anhäufen und dem Gewitter eine anhaltende Dauer geben, die außerdem auch aus mehrern auf einander folgenden oder an einen Ort zusammenkommenden Wolken entstehen kan. Das Gewitter hört auf, wenn die Wolken entladen sind und das Gleichgewicht der Elektricitäten sich wieder hergestellt hat, es sey nun diese Entladung durch Blitze, oder durch eine andere Art von Abzug, z. B. vermittelst des Regens oder sonst im Stillen geschehen.

Das Ziel, bis auf welches der Wetterstral fortgeht, ist die feuchte Erde oder das Wasser. Sobald er diese erreicht hat, hören alle seine Wirkungen auf, und er vertheilt sich unbemerkt durch die leitende Feuchtigkeit der ganzen Erdkugel. Durch diese ganze Bahn pflanzt sich eine gewaltsame und erschütternde Wirkung fort, ob aber eine wirklich fortschreitende Materie von einem Ende zum andern bewegt werde, läßt sich aus Erfahrungen nicht entscheiden. Man ist auch über die Richtung des Blitzes nicht ganz einig. Maffei (Della formazione dei fulmini, Verona 1747. 4.) wagte die sonderbare Behauptung, daß alle Blitze aus der Erde aufstiegen. Dies ist nun zwar klaren Erfahrungen entgegen; doch aber haben Maffei selbst, Chappe d'Auteroche u. a. deutlich einige Blitze aus der Erde kommen gesehen (Man s. auch Lichtenberg Mag. für das Neuste a. d. Phys. II. B. 2 St. S. 35.). Der P. Cotte erzählt (Mem. de Paris 1767.), er habe den Stral zugleich von der Erde auf und aus der Wolke herab fahren gesehen. Vielleicht geschieht dies immer, so daß sich Erschütterung und Licht von beyden Seiten her begegnen. Nach Franklins System sollte der Bliz stets von der positiven Seite zur negativen gehen; allein es kömmt hier nicht auf Systeme an, zumal wenn

die Uebereinstimmung mit den Erfahrungen gerade in diesem Punkte am wenigsten entschieden ist.

Den bey Gewittern nicht seltnen Fall, wo es in einem Augenblicke zugleich an zwo oft Meilen weit entlegnen Stellen einschlägt, erklärt der **Lord Mahon** (Principles of electricity, Elmsly. 1780. 4.) sehr glücklich durch einen **Rückschlag** (*choc en retour*, returning stroke). Der Wirkungskreis einer stark geladenen Wolke erstreckt sich an ihrer ganzen Länge hin. Wird sie nun an einem Ende plötzlich entladen, so verliert sich dieser Wirkungskreis auf einmal auch am andern Ende, und man übersieht, daß eine so plötzliche Herstellung des Gleichgewichts auch an entfernten Orten Erschütterungen und Schläge veranlassen kan. So sieht man oft zween Blitze zugleich an sehr entfernten Stellen einer Wolke ausbrechen.

Auf seinem bis zur Erde gehenden Wege trift der Blitz entweder leitende oder nicht-leitende Körper an. Die erstern sucht er und folgt ihnen willig, die letztern durchbricht er gewaltsam, um wieder an die nächsten und besten Leiter zu kommen. Die besten Leiter des Blitzes sind unstreitig die **Metalle**; diese trift er vorzüglich, geht an ihnen fort, so weit sie reichen, verläßt auch andere Körper, die ihn vorher leiteten, um Metalle zu ergreifen. Daher trift der Wetterstral so leicht metallene Knöpfe und Dächer auf Thürmen und Gebäuden, doch meistens nur in solchen Fällen, wo ihn **auch auf dem übrigen Theile** seines Weges das meiste Metall zur Erde leiten kan. Wie sich der Blitz an den Dräthen der Klingeln, der Gypsdecken u. dgl. durch alle Biegungen derselben hinziehe, ist bekannt, und längst vor Franklin bemerkt worden. Die Metalle werden hiebey vom Blitze nur dann beschädiget, wenn es allzudünne Dräthe sind, welche von dem Strale glühend gemacht, geschmolzen, oder nach Verhältniß in kleine Kügelchen und Dampf zertheilt werden. So versehrt auch der Blitz dünne Vergoldungen. Grössere Metallstücken werden blos beym Zu- und Absprunge des Blitzes an ihren Flächen angeschmolzen oder durchlöchert. Spitzen, die der erste Anfall des Blitzes trift, werden unver-

meidlich angeschmolzen. Abgesonderte Metallstücken, welche quer über den Weg des Blitzes liegen, werden stärker beschädiget, zumal wenn sie in feste Körper eingeschlossen sind, welche dem Durchgange des Blitzes und der Ausbreitung widerstehen. Nächst den Metallen folgt der Blitz auch dem Wasser und der Feuchtigkeit. So nimmt er bey lebendigen Bäumen seinen Weg durch den mit dem Safte angefüllten Zwischenraum zwischen Holz und Rinde, und schälet die letztere ab, oder durchreißt sie mit Furchen, obgleich oft auch lebendige Bäume ganz zerschmettert werden. Eben so fährt der Stral an der feuchten Bemörtelung der Mauern herab. Auch aufsteigende Dämpfe und Rauch sind Leiter des Blitzes, der daher bisweilen durch die Schorsteine zum Feuerheerde geführt wird. Durch den Regen lösen sich zwar die Gewitterwolken auf, allein er setzt, ehe dies geschieht, durch die überall verbreitete Leitung Orte in Gefahr, die in trockner Luft sicher geblieben wären, obwohl aus eben dem Grunde die Schläge alsdann schwächer sind, und wegen der Befeuchtung von außen nicht so leicht ins Innere der Gebäude dringen. Ein Ueberzug oder eine Uebermalung von Kienruß und Theer leitet den Blitz an ihrer Oberfläche hin. Henly (Phil. Trans. Vol. LXVII. p. 85.) führt an, daß 1776 der Blitz einen Schifsmast an allen mit Kienruß und Oel bestrichnen oder getheerten Stellen unbeschädigt gelassen, an den übrigen mit Fett bestrichnen aber zersplittert habe. Cavallo fand (Vollst. Abh. der Elektric. IV. Th. 5 Cap.), daß jede stark aufgetragne Oelfarbe die Flächen vor den Beschädigungen des darüber gehenden elektrischen Schlages schütze.

Auch Menschen und Thiere trift der Blitz vorzüglich leicht, wenn sie im freyen Felde die einzigen hervorragenden Körper sind, oder sonst seiner Bahn im Wege stehen, z. B. sich zwischen zwoen Metallen oder zwischen einem Metalle und der Erde befinden, wo der Blitz einen Uebergang sucht. In diesem Falle verläßt er Holz und Steine, um den menschlichen oder thierischen Körper zu ergreifen. So werden oft Menschen erschlagen, welche unter einem Baume, Heuhaufen u. dgl. Schutz suchen,

oder sich nahe an eine Wand, in die Ecken der Zimmer, unte Thürgerüste, Thorwege u. dgl. stellen. Doch macht der Blitz, um Menschen seitwärts zu treffen, nie einen weiten Absprung von andern Körpern durch die Luft. Abgesondertes Metall am Leibe getragen, kan den Sprung noch etwas weiter herbeyführen. Ununterbrochnes in einer Strecke fortgehendes Metall schützt vielmehr den Menschen; denn der Blitz verläst es nie, springt auch, wo es aufhört, eher durch die Luft auf anderes nahes Metall, als auf den Menschen. Goldne Tressen, auch nasse Kleider, können daher bisweilen dienen, den Stral leichter an der Oberfläche der Kleidung hinzuleiten. Von Holz und Steinen springt der Blitz sehr leicht auf den menschlichen Körper ab; auch trockne Kleidungen von Seide, Wolle, Haaren, Leder werden durchlöchert, und veranlassen, daß die Beschädigung mehr den Körper trift. Doch dringt der Blitz nicht in den Körper ein, und alle Besichtigungen von Erschlagnen lehren, daß nie innerliche Theile zerrissen oder von der Flamme versengt sind. Ganz ungegründet sind die alten Erzählungen von Zerschmetterung der Knochen, und was man etwa ähnliches in den Erfahrungen antrift, läst sich leichter aus Beschädigung durchs Umfallen u. dgl. erklären. Vielmehr zeigen fast alle Beyspiele, daß der Blitz zwischen der Oberfläche des Körpers und den Kleidern hingehe, und am Körper Brandflecke, Blasen und Rinden, auch durch den Druck Stockung, Lähmung und Unempfindlichkeit der getroffenen Theile, besonders aber die stärksten Verletzungen beym Zu- und Abspringen und beym Widerstande der Kleider veranlasse. Verbrennung zu Asche findet man in keiner zuverläßigen Erfahrung über die vom Blitz Getödteten. Ihr Tod scheint vielmehr von der heftigen Erschütterung des Gehirns und der Nerven beym Zusprunge des Blitzes herzurühren, besonders wenn der Stral den Kopf getroffen hat. Auch Nebenstehende, die der Blitz nicht berührt, werden oft sinnlos zu Boden geworfen, und fühlen heftige Erschütterungen des Rückenmarks. Schon der Stoß der explodirenden Luft kan im Körper die gewaltsamsten Wirkungen hervorbringen.

Nimmt man diese Erschütterung des Gehirns für die Ursache des Todes der vom Blitz Erschlagnen an, so erklärt sich, warum Stehende oder Sitzende leichter, als Liegende, auch Menschen im freyen Felde eher, als in den Häusern, getödtet werden, weil der Stral leichter den Kopf trift. Eine andere Ursache könnte der Druck auf den Hals und die eben vollgeathmeten Lungen seyn; doch sind dergleichen Erstickungen durch den Blitz selten. Manche sterben auch nachher durch die Heftigkeit der zugefügten äußern Brandschäden. Ueberhaupt aber bleiben viele und vielleicht die meisten der getroffenen Personen am Leben.

Trift der Blitz in seiner Bahn auf nicht-leitende oder schlecht leitende Körper, so durchbricht er dieselben mit Gewalt und Zersprengung, und geht von ihnen oder durch sie auf dem kürzesten möglichen Wege zu bessern Leitern über. Solche dem Blitze widerstehende Körper sind leinene, wollene, lederne, seidne Kleider, trockne hänfene Stricke, seidne Schnüre, trocknes Holz, Steine, Ziegel, Glas, und überhaupt alle ursprünglich elektrische Körper. Auch unentzündete brennbare Körper locken wenigstens den Blitz nicht; sogar Schießpulver, über das er hinfährt, bleibt oft unentzündet. Die Luft, wenn sie nicht erhitzt oder feucht ist, widersteht dem Blitze stark, und er fährt lieber mit großen Umwegen durch eine Menge fester Körper, als daß er einen allzuweiten Sprung durch die Luft machen sollte. Er geht daher nie durch Fenster oder Thüren, wenn ihn nicht das daselbst befindliche Metall anlockt, oder er in dem Pfosten herabfährt; daher es auch eine irrige Meinung ist, wenn manche die Zugluft für eine Anlockung des Blitzes halten, oder bey Gewittern die Fenster zu öfnen fürchten, und durch eingesperrte Luft ihre oft aus körperlichen Ursachen entspringende Bangigkeit ohne Noth vermehren. Die Erschütterung der Luft durch das Läuten der Glocken scheint für den Blitz gleichgültig zu seyn. Uebrigens erklärt sich aus der Schwierigkeit, mit welcher er die Luft durchdringt, wie bisweilen eines errichteten Blitzableiters ungeachtet eine dem Blitze näher stehende Ecke des Gebäudes getroffen werden könne. Doch springt

er durch einen kleinen Zwischenraum von Luft sehr leicht auf bessere Leiter, z. B. Metalle oder Menschen über.

So, wie der elektrische Schlag bey jeder in der Verbindung seines Uebergangs befindlichen Lücke einen explodirenden Funken veranlasset, so macht auch der Blitz bey jeder unzureichenden Stelle seiner Leitung eine Explosion und Auseinanderwerfung nach allen Seiten. Dies geschieht, so oft er entweder durch einen widerstehenden Körper fahren, oder sich durch einen zu kleinen Umfang eines Leiters drängen muß. In der Luft verursacht die Explosion den Knall des Donners, das Umherwerfen der Körper, und die betäubende Erschütterung benachbarter Menschen. Feste widerstehende Körper werden durch die Explosion mit Gewalt zerrissen, zersplittert oder zersprengt; besonders werden die Steine oft in ungeheuern Stücken auf große Weiten fortgeschleudert. Ein großer Umfang eines schlecht leitenden Körpers scheint die Gewalt der Explosion zu vermehren, so wie ein sehr geringer Umfang, auch bey einem Leiter, z. B. dünnem Drath oder Wasser in engen Röhren, Explosion und Zerstäubung in die feinsten Theile veranlasset. Die Richtung der Explosion geht nach allen Seiten von ihrem Mittelpunkte aus, und ist daher mit der Richtung des Strales selbst nicht zu verwechseln. Jede Explosion concentrirt den Stral, hält auch die Geschwindigkeit seines Fortgangs ein wenig auf. Bey den Explosionen entsteht auch Zündung, wo leicht entzündliche Körper vorhanden sind; im übrigen hat der Blitz mit andern Entzündungen, außer der durch den elektrischen Funken, nichts gemein, und läßt sich nicht aus entbrannten Dünsten u. dgl. erklären. Der Schießpulver- oder Schwefelgeruch, den man nach Wetterschlägen spürt, kömmt wohl von einem erst durch den Blitz erzeugten Schwefel, von einer durch Entzündung bewirkten Vereinigung der Säure in der Luft mit dem brennbaren Wesen, her. Die durch den Blitz erregte Flamme ist mit dem gewöhnlichen Feuer einerley, und eben so zu löschen. Wenn vom Blitz entzündete Gebäude schwer zu löschen sind, so kömmt dies nicht von der Natur der Flamme, sondern von

den Umständen, z. B. der Zündung am Dache, dem Sturme, der Bestürzung rc. her.

Dem Eisen theilt der Blitz durch seine Erschütterung bisweilen die magnetische Kraft mit. Den mit dem Magnet bestrichenen Nadeln benimmt er ihre Kraft, oder verkehrt ihre Pole. Den künstlichen Magneten widerfährt dieses nicht. Alle diese Wirkungen thut auch ein starker elektrischer Schlag.

Ueberhaupt ist unter allen angeführten Erscheinungen und Wirkungen des Blitzes keine einzige, welche nicht mit den Phänomenen der Elektricität aufs genauste übereinstimmte. Wenn man den Grad der Stärke ausnimmt, so giebt es keinen Umstand beym Blitze, den man nicht durch die elektrischen Versuche im Kleinen nachahmen könnte. Und dadurch, daß die aus den Wolken herabgeleitete und durch Isolirung angehäufte Materie des Blitzes wiederum alle Erscheinungen der Elektricität zeigt (s. Drache, elektrischer; Elektricitätszeiger), wird die Ueberzeugung von der Gleichheit beyder ganz vollendet. Man kan daher die Theorie des Blitzes vollkommen auf die Lehre von der Elektricität gründen und aus elektrischen Erfahrungen erläutern, wovon Herr Reimarus im dritten Theile seines Werks vom Blitze ein schönes Beyspiel gegeben hat.

Durch die aus dieser Theorie hergeleiteten Mittel, Gebäude, Schiffe rc. vor dem Blitze zu sichern, hat sich Franklin ein großes Verdienst um das Wohl der Menschen und einen unvergeßlichen Ruhm erworben. Ich rede hievon im nächstfolgenden Artikel umständlicher. Hier werden noch einige Vorschläge zur Sicherstellung einzelner Personen gegen den Blitz eine schickliche Stelle finden.

In einem Gebäude, das mit keinem Blitzableiter versehen ist, vermeide man die Plätze, wo sich abgesondertes, d. i. mit Holz, Stein, Glas umringtes Metall befindet, daher die Wände, Winkel, Pfosten, Schorsteine, Oefen, Feuerherde, vergoldete Rahmen, eiserne Gitter, Spiegel rc., und begebe sich in der Mitte geräumiger und hoher Zimmer auf den besten Nichtleiter, der zur Hand ist,

z. B. auf einen alten recht trocknen Stuhl, den man nach Franklin auf zwo doppelt übereinander gelegte Matratzen oder Betten stellen kan. Ein hangendes Bett an seidnen Schnüren in gleicher Entfernung von Wänden, Decke und Fußboden wird dem darauf liegenden den sichersten Schutz gewähren. Im untern Theile des Gebäudes ist man sicherer, als im obern. In die Keller dringt der Blitz selten; aber der Aufenthalt in denselben wäre bey einem entstehenden Brande wegen der Erstickung gefährlich. Eine Gypsdecke verschaft für die Menschen in der Mitte des Zimmers mehr Sicherheit, weil der Eisendrath in derselben den Blitz zu den Wänden hinleitet. Die Stellung des Liegenden sichert den Kopf mehr, als die des Stehenden; doch müste man nicht auf dem bloßen Fußboden liegen, weil es da Stellen geben könnte, wohin der Blitz durch Nägel u. dgl. gelockt würde. Das wenige Metall, das man bey sich trägt, wird die Gefahr nicht sehr vergrößern; doch thut man besser es abzulegen, wenn man nicht anderer Umstände wegen in Sicherheit ist.

Auf der Gasse suche man nicht Schutz unter Thüren und Thorwegen, oder nahe an Wänden und Gebäuden, sondern gehe entweder in ein Haus, oder bleibe in einer mäßigen Gasse mitten zwischen den Häusern. Doch könnte es gefährlich seyn, neben einer Stelle zu stehen, wo eine vom Dache hervorragende Rinne das Wasser ausgießet.

Auf dem Felde bleibe man nicht ganz im freyen, wo keine andern hervorragenden Gegenstände befindlich sind, stelle sich aber auch nicht unter einen Baum, Heuhaufen, Korngarben u. dgl. Die beste Stellung würde seyn, in einige Entfernung von einem oder mehreren Bäumen so zu treten, daß man 15 — 20 Fuß sowohl von den Stämmen, als von den untersten Zweigen derselben entfernt bliebe. Ist kein Baum in der Nähe, so muß man sich doch von Teichen und anderm Wasser entfernen, wozu der Stral einen Uebergang durch den menschlichen Körper suchen möchte, und sich, wo möglich, lieber niederlegen, als stehen oder sitzen. Zu Pferde und auf einem ofnen Fuhrwerk befindet man sich wegen des höhern Hervorragens in

der grösten Gefahr; man muß daher absteigen und nicht zu nahe bey den Pferden bleiben. Allenfalls könnte man sich unter der hintern Seite des Wagens schützen, weil der Blitz, wenn er den Wagen trift, durch den eisernen Ring an den Felgen der Räder zur Erde geleitet wird. In einer Kutsche scheint die Sicherheit grösser zu seyn, zumal wenn man sich so viel möglich in der Mitte hält, und nicht viel Metall in der Kutsche ist.

Auf den Schiffen, die keine Blitzableiter haben, wäre der gefährlichste Aufenthalt bey den Masten, und zwischen diesen und dem am Bord befindlichen Metalle; der sicherste hingegen unter der Wasserfläche.

Von eignen Werkzeugen zu Beschützung der Menschen beym Gewitter, s. den Art. **Wetterschirm**.

Mehrere mit diesem Artikel in Verbindung stehende Umstände findet man bey den Worten: **Blitzableiter, Donner, Elektricität, Gewitter, Spitzen, Wetterleuchten, Wetterlicht.**

Priestley Geschichte der Elektricität, durch Krünitz, Berlin u. Stralf. 1772. gr. 4. S. 110 u. f. ingl. S. 206 u. f.

Reimarus vom Blitze, Hamburg 1778. 8. Th. I. Von dessen Bahn und Wirkung auf verschiedene Körper.

Guden von der Sicherheit wider die Donnerstralen, Gött. u. Gotha 1774. 8.

Tetens über die beste Sicherung seiner Person bey einem Gewitter, Bützow u. Wismar 1774. 8.

Verhaltungsregeln bey nahen Donnerwettern (von Hrn. Lichtenberg), dritte Aufl. Gotha 1778. 8.

**Blitzableiter, Wetterableiter, Wetterstange,** Pertica fulmine avertendo, *Conducteur pour préserver les édifices de la foudre.* Eine Veranstaltung, durch welche entweder die Elektricität der Wolken, als die Ursache des Blitzes, stillschweigend und ohne Schlag zur Erde geführt, oder doch der entstehende Blitz aufgefangen und auf einem bestimmten Wege ohne Schaden der Gebäude, Schiffe rc. in die Erde geleitet wird.

Diese für das Wohl der Menschen sehr wichtige Erfindung gehört unstreitig dem D. Franklin zu, der seine

Entdeckung der Gleichheit des Blitzes und der Elektricität sogleich auf Beschützung der Gebäude gegen die Donnerwetter anwendete.

Er gedenkt in seinen Briefen von der Elektricität (nach Wilkens Uebers. S. 87.) der Kraft der Spitzen, welche elektrisirten Körpern ihre Elektricität allmählich und ohne Funken entziehen, und setzt hinzu, man werde davon einen sehr nützlichen Gebrauch zur Beschützung der Gebäude machen können. „Man müßte anfangen, auf die höchsten „Theile der Gebäude aufrecht stehende eiserne Stangen zu „befestigen. Diese müßten so scharf als Nadeln gemacht, „und, dem Roste vorzubeugen, vergoldet werden. Von „dem untern Ende dieser Stangen müßte man außen an „dem Gebäude einen Drath bis in die Erde herunter ge„hen lassen; bey Schiffen aber müßte dieser Drath an ei„nem der Mastseile herunter und von da ins Wasser ge„leitet werden. Diese spitzigen Stangen würden vermuth„lich das elektrische Feuer aus einer Wolke schon weit eher „ganz stillschweigend abführen, als dieselbe zum Schlagen „nahe genug käme, und würden uns hiedurch vor diesem „plötzlichen und schrecklichen Unglück in Sicherheit stellen."

In einem andern im Sept. 1753 geschriebenen Briefe erklärt sich Franklin (eb. S. 163 u. f.) hierüber noch ausführlicher. Er behauptet mit Recht, der Blitz nehme seinen Weg jederzeit durch alle leitende Körper, die er finden könne. Er explodire nur dann, wenn die leitenden Körper die Materie geschwinder empfangen, als sie sie wieder abgeben können, d. i. wenn sie getheilt, getrennt, zu klein oder zu schlechte Leiter sind. Daher würden ununterbrochene Metallstangen von zureichender Dicke entweder die Explosion ganz verhüten, oder wenn sie zwischen der Spitze selbst und den Wolken entstanden wäre, wenigstens, so weit die Stange reichte, fortleiten. Er glaubt, daß Stangen von einem Viertelzoll Durchmesser dazu hinreichend seyn würden. Er bemerkt ferner, daß Flocken Baumwolle, an den Hauptleiter einer Elektrisirmaschine gehangen, durchs Elektrisiren anschwellen und sich ausbreiten, auch vom Tische angezogen werden, durch Annäherung einer spitzigen

Nadel aber gegen einander selbst und gegen den Hauptleiter zurückgetrieben werden. „Können nicht vielleicht, sagt „er, auf gleiche Weise die kleinen elektrisirten Wolken, de„ren Gleichgewicht mit der Erde durch die Spitze schnell „wieder hergestellt wird, zu dem Hauptkörper in die Höhe „steigen, und in demselben eine so große Entledigung ver„ursachen, daß er an diesem Orte nicht schlagen kan?“ Die Erfahrung hat diese Vermuthung vollkommen bestätiget. Wenn eine Wolke, deren untere Fläche uneben ist, und herabhangende Theile oder Flocken hat, einem zugespitzten Wetterableiter nahe kömmt, so werden die herabhangenden Theile, welche sonst leicht einen Schlag veranlassen könnten, durch den Ableiter schnell ihrer Elektricität beraubt, und nunmehr von der großen Wolke angezogen. Man sieht sie gleichsam vor dem Ableiter fliehen und sich mit der ganzen Masse der Wolken verbinden. Uebrigens trägt der große Naturkenner diese vortreflichen Vorschläge und Muthmaßungen mit einer nachahmungswürdigen Bescheidenheit vor. „Viele dieser Gedanken, sagt er (S. „167.), sind noch roh. Suchte ich blos meinen Ruhm, so „müste ich sie bey mir behalten und reifer werden lassen. „Aber oft ermuntern auch unvollkommene Winke zu tie„fern Untersuchungen; und es ist viel wichtiger, daß die „Erkenntniß wachse, als daß ich für einen großen Natur„forscher gehalten werde.“

D. Franklins Landsleute säumten nicht lange, seine Anweisungen wirklich auszuführen, wozu sie um desto mehr Veranlassung hatten, da in verschiedenen Theilen von Nordamerika die Gewitter weit häufiger und schrecklicher, als bey uns, sind. In Deutschland hat Winkler (Progr. de avertendi fulminis artificio, Lipſ. 1753. 4.) die ersten Vorschläge dieser Art gethan. Er rieth, auf den Gipfel des Gebäudes eine isolirte Stange zu setzen, und an diese eine lange Kette oder einen drey Linien dicken Drath zu hängen, welcher weit vom Gebäude hinweg durch die freye Luft gezogen und endlich an einen Pflock in der Erde befestiget würde. Die erste in Deutschland ausgeführte Ableitungsmaschine ist wohl die des Procopius Divisch in

Mähren (Musschenbroek Introduct. To. II. §. 2543.), welcher bereits im Jahre 1754 eine Blitzableitung errichtete, und zu Prendiz bey Znaym am 9 und 10 Jul. desselben Jahres Wetterwolken, die darüber hinzogen, sich zertheilen sah. Die Einrichtung der Maschine ist nicht genau bekannt, es wird aber von weißen Stralen geredet, welche sich von der Wolke nach ihr erstreckt hätten; sie scheint daher zugespitzte Stangen gehabt zu haben, auch tragbar gewesen zu seyn. Vorurtheil und Furcht aber haben bey uns den Gebrauch und Fortgang dieser Erfindung weit länger, als bey den Ausländern, verhindert. In England ist der erste Ableiter im Jahre 1762 zu Payneshill von D. Watson, und in Hamburg 1769 einer am Jacobithurme errichtet worden.

Die Franklinische Theorie der Blitzableiter gründet sich auf zween Sätze, welche theils durch die elektrischen Versuche, theils durch die Erfahrungen von Wetterschlägen hinlänglich bestätiget sind. Der erste dieser Sätze ist: **Eine ununterbrochene metallische Leitung von genugsamer Dicke führt den Bliz oder die elektrische Materie ohne Beschädigung anderer Körper bis an ihr Ende herab.** Das Herabfahren des Blitzes an Dräthen und anderm Eisenwerk ist längst vor Franklin bemerkt worden. Reimarus führt aus den Breslauer Sammlungen (I. Vers. S. 64.) eine Beobachtung des D. Reimann zu Epperies in Ungarn vom 17 Jul. 1717 an, wobey bemerkt wird, daß der Bliz an verschiedenen Dräthen herab dem Eisen nach gefahren sey, und nur beym Uebergange aus einem Drathe in den andern die dazwischen liegenden Steine zerschmettert habe. Der Urheber dieser Beobachtung vermuthet hieraus eine sonderbare Sympathie des Blitzes mit dem Eisen, weil im Jahre 1673 der Bliz eben daselbst an dem eisernen Drathe, welcher damals länger gewesen, ohne daß ihm der Stein entgegen gestanden, bis zu unterst herabgefahren sey. Aehnliche Wahrnehmungen sind in dem classischen Werke des Reimarus in großer Menge zu finden, und wie man eben dies durch elektrische Versuche beweise, wird bey dem

Worte: Donnerhaus, umständlich gezeigt werden. Bey diesem Herabfahren des Blitzes bleibt selbst das Metall, wenn es von genugsamen Umfange ist, unbeschädigt; nur da wirkt der Wetterstral gewaltsam, wo er entweder den ersten Anfall äußert, oder, wo er einen allzudünnen Drath glühend macht, zerreißt und dadurch benachbarte Körper entzündet, oder endlich, wo er von einem Metalle zum andern durch Nicht-leiter oder schlechte Leiter, als Luft, Steine, trocknes Holz u. dgl. mit Widerstand überspringen oder durchbrechen muß. Auch verläst der Blitz eine Strecke Metall (selbst in dem Falle, da er es zerstöret) nicht, wenn sie ihn gleich durch Umwege führet, er müste denn eine andere weiter herunterführende Strecke von Metall antreffen, und zu derselben durch wenige dazwischenliegende Körper durchzudringen suchen. Das Ziel, das er zu erreichen sucht, ist jederzeit die feuchte Erde oder das Wasser, wodurch er sich mit den leitenden Theilen des Erdbodens verbinden kan. Demnach wird ein Wetterschlag ein Gebäude nicht beschädigen, wenn er an demselben eine ununterbrochne metallische Leitung von dem Orte seines Anfalls an bis in die feuchte Erde, oder noch besser bis in ein fließendes Wasser, antrift.

Diesen Grundsätzen gemäß würde ein Gebäude beschützt seyn, wenn an ihm eine metallische Verbindung 1) dem ersten Anfalle des Blitzes ausgesetzt, d. i. über alle Theile des Gebäudes hervorragend, 2) ununterbrochen, d. i. mit möglichst genauer Berührung aller ihrer Theile, fortgeführt, und 3) in ein frey abfließendes Wasser geendet wäre. Hiedurch und ohne Anwendung mehrerer Grundsätze, würde der Wetterstral zwar nicht vermieden, aber doch, was die Hauptabsicht ist, die Beschädigung verhütet seyn. Man könnte einen Blitzableiter dieser Art einen defensiven nennen, weil er den Schlag erwartet, um ihn auf einem vorgezeichneten unschädlichen Wege zu leiten.

Franklins Vorschläge gehen aber noch weiter, und erstrecken sich sogar bis auf Entkräftung der Wolke und Vermeidung des Schlages selbst. Hiezu wendet er den

zweyten Satz an: daß metallische Spitzen das Vermögen besitzen, die Elektricität allmählich ohne Funken und Schlag abzuleiten. Auch dieser Satz ist durch Erfahrung und Versuche bestätiget, s. Spitzen. Hierauf gründet sich sein Rath, den obern Theil der metallischen Verbindung aus einer zugespitzten Stange bestehen zu lassen. Eine solche greift die Wolke selbst an, entzieht den nächsten Theilen derselben ihre Elektricität in der Stille, und läst es in den meisten Fällen gar nicht zum Schlage kommen. Man könnte dies einen offensiven Blitzableiter nennen, der sogar seinen Feind entkräften, und das Schrecken des Anfalls ersparen soll. Er hat ausserdem den Vorzug, daß er im Falle eines ausbrechenden Wetterschlags noch immer alle Dienste des defensiven leistet.

Die offensiven oder zugespitzten Blitzableiter haben an **Wilson** (Philos. Trans. Vol. LIV. p. 249. sq. ingl. Obs. upon lightning, Lond. 1773. 4.) einen sehr heftigen Gegner gefunden. Er setzt ihnen entgegen, daß sie den Blitz herbeylockten, und nimmt zum Grundsatze an, man müsse ein so gefährliches Element, als die elektrische Materie, nicht einladen, sondern vielmehr durch geschickte Leiter abführen, welche die herbeykommende Quantität desselben so wenig als möglich vermehrten. Er thut daher den Vorschlag, über die Gebäude nicht das geringste Metall hervorragen zu lassen, sondern inwendig, einen oder zwey Fuß vom Giebel, eine stumpfgeendete oder mit einer Kugel versehene Stange von Metall längst der Mauer bis in den feuchten Erdboden hinabzuführen. Schon Beccaria erklärte sich sehr lebhaft gegen diese Meinung, führte an, kein Metall ziehe mehr elektrische Materie an, als es zu leiten vermöge, und rieth, man solle bey einem großen Gebäude sogar mehrere zugespitzte Ableiter an verschiedenen Ecken anbringen. Dieser schon fast vergessene Streit ward im Jahre 1777 aufs neue rege, als der Blitz am 15 May in das mit einer spitzigen Ableitung versehene Artilleriehaus bey den Pulvermagazinen in Purfleet schlug. Dieses Haus liegt auf einer Anhöhe, die den Gipfeln der

Magazine beynahe gleich steht; sein spitziges Dach ist an den Ecken mit Bley bedeckt, bis an die Rinnen, von welchen bleyerne Röhren bis in das Wasser der 40 Fuß tiefen Brunnen herabreichen. Auf der bleyernen Bedeckung des Dachrückens hatte man eine 10 Fuß 2 Zoll lange und 1½ Zoll dicke eiserne Stange errichtet. Der Wetterstral fiel auf eine eiserne Klammer der Ringmauer, 46 Fuß weit von der Stange, nahe an der nordöstlichen Ecke des Hauses, da der Zug der Wolke von Südwest gen Nordost gegangen seyn soll. Von dieser Klammer drang er durch die Steine 7 Zoll weit in eine mit der Ableitung verbundene Bleyplatte, und ward so zur Erde fortgeführt, ohne außer der Zerschmetterung einiger Steine und Anschmelzung des Bleyes einigen Schaden zu thun (Phil. Trans. Vol. LXVII. p. 232.). Dieser Vorfall, der nichts weiter beweiset, als daß der Blitz bey seinem Ausbruche das nähere Metall eher, als die entferntere Auffangungsstange ergreife, daß also ein großes Gebäude mehrerer Stangen bedürfe, ward dazu genützt, die spitzigen Ableiter einer Anlockung des Blitzes auf die benachbarten Stellen verdächtig zu machen. Wilson stellte hierüber Versuche im Pantheon an, welche unter die kostbarsten und prächtigsten gehören, die man je mit dem elektrischen Apparat gemacht hat. Er hatte gleichsam das ganze Gebäude mit einem metallnen Donnerwetter angefüllt, das in ein kleines Modell des Hauses zu Purfleet einschlagen muste. Wenn dieses Modell, mit einer spitzigen Ableitung versehen, dem geladenen Apparat plötzlich genähert ward, so erhielt die Spitze in der Entfernung von 5 Zoll einen Schlag, wodurch der Apparat fast gänzlich entladen ward; setzte man aber eine Kugel auf die Spitze, so erhielt das Modell keinen Schlag. Er suchte nun durch fernere Versuche zu erweisen, daß der Schlag zu Purfleet zuerst in die Spitze der Ableitung gegangen sey, und die Klammer durch eine Seitenexplosion getroffen habe, daß bey zwo stillstehenden Wolken, welche gegen einander schlagen, die Phänomene eben dieselben seyen, wie bey einer einzigen bewegten Wolke, daß die Spitzen in solchen Fällen in weit größern Entfernungen

vom Schlage getroffen werden, als die Kugeln, daß also die Spitzen zwar eine einzige und stillstehende Wolke stillschweigend entladen, aber bey bewegten oder gegen einander schlagenden Wolken dem Schlage mehr, als stumpfgeendete Ableiter, ausgesetzt sind (Philos. Trans. Vol. LXVII. p. 239. sq.). Diese Versuche bewogen den König, welcher dabey gegenwärtig war, die spitzigen Ableiter auf dem Pallaste im Park zu St. James mit Kugeln versehen, und bis unter die Schorsteine erniedrigen zu lassen.

Edward Nairne hat dagegen (Phil. Trans. Vol. LXVIII. p. 823. sqq. und übers. in d. Leipz. Samml. zur Physik und Naturg. II. B. 4 St. S. 458 u. f.) eine andere Reihe von Versuchen aufgestellt, welche zwar mit aller Bescheidenheit der wahren Philosophie nur in einem kleinen Zimmer, aber mit der richtigsten Anordnung, Genauigkeit und Vorsicht angestellt sind. Diese Versuche lehren, daß unbewegte Wolken auf zugespitzte Stangen gar nicht, auf stumpfe in desto größern Weiten schlagen, je stumpfer das Ende der Stangen ist, daß spitzige Stangen hieben desto mehr schützen, je weiter sie hervorragen, auch die Elektricität auf eine weit größere Weite stillschweigend ausziehen, als stumpfe ꝛc. Ein abgestumpftes Metall oder eine Kugel von 1 Zoll Durchmesser erhielt Funken bis auf 2 Zoll Distanz. In Distanzen von 2—10 Zoll brach kein Funken aus. In Distanzen von 10—16 Zoll entstanden wieder Funken. Dieses Außenbleiben der Funken und ihr Wiederkommen in einer größern Distanz hat schon Groß bemerkt (Elektrische Pausen, Leipz. 1776. 8.). Es scheint demnach, daß Kugeln und kegelförmige Dächer aus sehr großen Entfernungen können getroffen werden. Bewegliche Wolken werden von zugespitzten Stangen gar nicht angezogen; Kugeln hingegen ziehen dieselben gegen sich, bis ein Schlag erfolgt. Spitzen verhindern sogar die von den Kugeln bewirkte Anziehung der Wolken. Spitzige Stangen berauben die beweglichen Wolken, welche von andern geladen werden, ihrer Elektricität stillschweigend; Kugeln hingegen ziehen die Wolken gegen sich, entladen sie durch einen Schlag, und machen sie

dadurch fähig, von der Hauptwolke aufs neue angezogen zu werden, neue Funken zu erhalten und der Kugel wiederzugeben. Stillstehende Wolken aber geben Schläge, die sie von andern erhalten, auch den Spitzen wieder. Die Spitzen erhalten auch Schläge, wenn sie schnell bewegt werden (oder, was eben so viel ist, wenn die Wolke sich schnell bewegt); aber gleich schnell bewegte Kugeln erhalten diese Schläge in einem noch größern Abstande, je größer ihre Durchmesser, d. i. je stumpfer sie sind. Nairne beweiset überdies deutlich, daß bey dem Vorgange zu Purfleet der Blitz nicht durch die Spitze der Ableitung, sondern durch die Klammer an der Ecke des Hauses eingedrungen sey, und sich daraus nichts weiter schließen lasse, als daß der Ableiter unter den damaligen Umständen seinen Schutz gegen den Wetterschlag nicht völlig 46 Fuß weit verbreitet habe.

Durch diese Untersuchungen ist der Gegenstand so erschöpft worden, daß aller Zweifel über den Vorzug der spitzigen Blitzableiter gänzlich wegfallen muß. Man sieht zwar, daß die Spitzen nicht gänzlich von der Gefahr, einen Schlag zu erhalten, frey sind; besonders, wenn die Einrichtung der Ableitung fehlerhaft ist, die Donnerwolke sich sehr schnell bewegt, oder von einer andern Wolke plötzlich eine starke Ladung empfängt, ingleichen wenn der Blitz durch eine Verbindung leitender Körper aus der Ferne herbeygeführet wird. Dies alles sind Fälle, in welchen der Schlag entsteht, ehe die Spitze Zeit oder Freyheit genug hat, auf die Entkräftung der Wolke zu wirken. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß mehreremale zugespitzte Ableitungen vom Blitze getroffen worden, wie z. B. an West's Hause in Philadelphia (Philos. Trans. Vol. LIII. p. 94.), an Ravens Hause in Charlestown und Maine's in Südcarolina (Franklin's Exp. and Obs. on electricity, Lond. 1769. 4. lett. 39. 40.) am Thurme zu Siena, wo eine entfernte Wetterwolke in die über dem Thurme stehende Regenwolke, und diese in den Thurm schlug (Journal de phys. Nov. 1777.); doch hat in diesen Fällen die Ableitung defensiv gedienet, und die Beschädigung der Gebäude verhütet. D. Ingenhouß (Vermischte Schrif-

ten. Zweyte Aufl. Wien 1784. B. I. S. 124.) behauptet, daß eine Wetterstange mit der Kugel, besonders, wenn sie weit hervorragt, das Gebäude einem Schlage mehr aussetze, als wenn sich gar keine Wetterstange darauf befände, eine zugespitzte hingegen den Blitz oft ganz abwende, der das Gebäude ohne Wetterstange unvermeidlich würde getroffen haben. Er führt hierüber das Beyspiel des Kirchthurms auf dem Lusciariberge in Kärnthen an, der mehreremale von Wetterschlägen zernichtet, und alle Jahre fünf bis sechsmal getroffen ward, aber seit 1780 mit einem spitzigen Ableiter versehen, in drey Jahren nur zweymal ohne alle Beschädigung getroffen worden ist. Nur bey einem Hause auf einem erhobenen sehr trocknen Grunde, um welches keine Quelle oder kein feuchter Grund in der Nähe anzutreffen, das also an sich den Wetterschlägen wenig ausgesetzt sey, könne durch eine spitzige Wetterstange dem Blitze ein vorher verschlossener Weg eröfnet werden; inzwischen, da man von der natürlichen Sicherheit der Lage nie völlig überzeugt sey, gewinne man durch den Ableiter immer die Gewißheit der Bewahrung vor Unglück. Uebrigens hat an dem in England hierüber geführten Streite die Parthеysucht viel Antheil gehabt; die Commissarien der Societät in London entschieden ganz zum Vortheile der zugespitzten Ableiter, riethen für das Gebäude in Purfleet blos eine bessere Verbindung des hin und wieder befindlichen Metalls mit der Ableitung an, und überzeugten die Societät so vollkommen von der Wahrheit ihrer Entscheidung, daß sie es abgelehnt hat, Wilsons Schriften wider dieselbe weiter anzunehmen. (Journal des Savans, Apr. 1782. p. 375.)

Die beste Einrichtung, welche man den Blitzableitern, den bisherigen Erfahrungen und Versuchen nach, geben kan, ist folgende. Der Ableiter besteht aus einer eisernen oder noch besser kupfernen Stange, welche ohngefähr ½ Zoll dick ist, und an die Mauer des Gebäudes mit hölzernen Klammern oder Tellern befestiget wird. Andere, z. B. Reimarus, wollen die Befestigung lieber durch eiserne Klammern gemacht wissen; diese könnten aber

bey einer Unterbrechung oder Beschädigung des Ableiters den Stral in die Mauer leiten, und wenn er mehr Metall in der Nähe fände, Beschädigungen des Gebäudes veranlassen. Bey einem wohlbestellten Ableiter ist wohl beydes gleichgültig. Für Pulvermagazine und Gebäude, welche viel feuerfangende Materien enthalten, möchte es sicherer seyn, den Ableiter gänzlich vom Gebäude abzusondern, und 1 — 2 Fuß weit von der Mauer auf hölzernen Pfosten ruhen zu lassen. Oben an der Stange sey eine drey- oder vierseitig-pyramidenförmige (nach **Lord Mahon** lieber eine konische) Spitze, welche sehr schmal und scharf ausläuft, auch wenn der Ableiter von Eisen ist, ein oder zwey Fuß weit vergoldet oder überfirnißt, nach anderer Vorschlägen auch von Messing gemacht werden kan. Einige geben den Blitzableitern mehrere Spitzen, die in Form einer Krone unter Winkeln von etwa 60° herumstehen, um sich den Wolken nach jeder Richtung entgegen zu stellen; allein sowohl nach elektrischen Versuchen (bey welchen eine einzige Spitze mehr ableitet, als mehrere zugleich), als auch nach den Erfahrungen, z. B. bey **Maine's** Hause (Frankl. Exp. and obs. lett. 40.), wo drey Spitzen vom Blitze ganz verzehrt wurden, und nach **Henly's** Urtheil (Phil. Trans. Vol. LXIV. p. 133.) ist eine einfache Spitze mehreren vorzuziehen. Diese Spitze muß über den höchsten Theil des Gebäudes, z. B. den Schorstein, an welchen sie befestiget werden kan, wenigstens 6 Fuß hervorragen, überhaupt nach der Lage des Gebäudes so gestellt werden, daß sie den zu vermuthenden Anfällen des Blitzes mehr, als irgend ein anderer Theil, ausgesetzt ist. Das untere Ende des Ableiters muß, wo möglich, in fließendes Wasser oder in einen Brunnen geführt seyn, damit sich die frey durchgehende Elektricität ungehindert mit der ganzen Masse der Erdkugel verbinde, und der nachfolgenden stets neuen Raum zu einem gleich freyen Durchgange verstatte. Findet sich hiezu keine Gelegenheit, so räth **Franklin** an, die Stange bis in den feuchten Erdboden zu versenken; v. **Felbiger** und **Reimarus** hingegen wollen sie lieber an der Oberfläche der

Erde aufhören lassen, weil die Einsenkung in den Grund bey West's und Maine's Häusern eine starke Erschütterung hervorgebracht zu haben scheint, und auch der feuchteste Boden bey großer Dürre austrocknen kan. Am besten ist es, die Verbindung mit dem Wasser sorgfältig zu beobachten, oder sonst den untern Theil der Ableitung vom Hause zu entfernen. Durchgängig aber muß für die genauste Continuität der Ableitung gesorgt seyn, und kan man sie nicht aus einem einzigen Stücke machen, so müssen die verschiedenen Theile so vollkommen als möglich zusammenschließen. Die Zusammenfügung der Stangen mit bloßen Gelenkhaken ist unzureichend, wofern nicht die Gelenke mit einer Kapsel umringt und mit Bley ausgegossen werden. In Amerika hat man die Enden der Stangen mit Schrauben versehen, welches sehr sicher, aber beschwerlich ist. Am besten ist es, die Stücken zusammenzuschweissen, und, wenn dies wegen der Länge des Ganzen nicht durchgängig möglich ist, die Theile mit Nieten zusammenzufügen und mit Bley zu verlöthen. Reimarus räth, statt der Stangen, 3—6 Zoll breite Streifen von Bley, Kupfer oder Eisenblech an, welche mit Falzen zusammengefügt und vernietet werden sollen. De Saussüre braucht statt der Stangen messingne Dräthe von der Dicke einer Schreibfeder, deren drey, gleichsam wie ein Strick, zusammengeflochten werden. Sind sie nicht lang genug, so werden mehrere an einander gelöthet. Oben auf setzt er eine Stange von 10—12 Fuß.

Toaldo dringt sehr darauf, alles im Gebäude befindliche Metall mit der Ableitung zu verbinden. Man kan aber diese Sorgfalt leicht übertreiben, und die Kosten erhöhen, ohne die Sicherheit zu vergrößern. Es ist diese Verbindung nur bey denjenigen metallischen Theilen nothwendig, welche der Blitz auf seinem Wege antreffen kan, ehe er die Ableitung erreicht. Denn wenn er diese Theile träfe, so würde er beym Uebergange aus denselben in die Ableitung die Körper, die ihm im Wege stünden, zertrümmern, wie bey dem Vorfalle zu Purfleet, und in Haffendens Hause (Phil. Trans. Vol. LXV. p. 336.), wo der

Bliz einen von der Auffangungsstange 50 Schuh weit entfernten Schorstein zuerst traf, und von da aus durch verschiedene metallische Theile mit Zerschmetterung der dazwischen liegenden Körper in die Erde gieng. Es ist daher rathsam, den Forst eines Ziegeldaches mit Bley zu bedecken, dasselbe oben um den Rand der Schorsteine herumzuführen, und es zugleich mit den in dem obern Theile der Mauer und im Simse befindlichen Klammern, hinlänglich mit der Ableitung zu verbinden. Daß bey Kirchthürmen die Wetterfahnen, Kreuze rc. zu Auffangungsstangen, und kupferne Dachungen von gehöriger Continuität zu Theilen der Ableitung genützt werden können, fällt von selbst in die Augen. Wesentliche Erfordernisse sind Hervorragung der Auffangungsstange, sattsame Continuität der metallischen Leitung von allen dem Blitze wahrscheinlich ausgesetzten Stellen her, und Fortgang derselben zum Wasser; das übrige Zufällige kan nach den Bedürfnissen jedes einzelnen Falles auf mancherley Art verändert werden.

Als ein Beyspiel eines einfachen und wohl angelegten Blitzableiters bildet Taf. IV. Fig. 64—67. denjenigen ab, welchen mein verstorbener Freund, D. Ludwig, an dem Wohngebäude des Ritterguts Löbnitz angelegt hat. Fig. 64. zeigt den Ableiter selbst und dessen Verbindung mit dem Gebäude. Er besteht aus einer 82 Leipziger Ellen langen zugespitzten Stange von ½ Zoll Durchmesser, die in einem Abstande von 8 Zollen am Hause herunter ins Wasser geht, und sich daselbst in verschiedene zugespitzte Zweige endiget. Sie ist nur an einem einzigen Orte, ohngefähr in der Mitte, mit Nieten zusammengefügt; die übrigen Theile derselben sind in einander geschweißt. Diese Stange ist an die Theile des Hauses bey aaaa durch hölzerne Teller, die sie isoliren, befestiget. Fig. 65. zeigt den Durchschnitt eines solchen Tellers, aa den Teller selbst, oben kegelförmig, damit der Regen ablaufen könne, bb den eisernen Ring, der ihn einfasset, eg, eh Schrauben, den Ring mit den Klammern am Gebäude zu befestigen, cd den durchgehenden Theil der Stange. Fig. 66. zeigt eben dies von unten gesehen. Wegen der Länge der Stange

werden die Teller vor dem Aufrichten an dieselbe gereiht. Fig. 67. ist die vierseitig-pyramidalische Spitze. Sollte kein Arbeiter in der Nähe seyn, der Eisen vergolden könnte, so kan man sie von Kupfer oder Messing arbeiten und hart daran löthen lassen. Die hölzernen Teller sind, so wie die Stange, bis auf einige Fuß weit von der Spitze, mit Firniß überzogen. Der Canal cd Fig. 64. ist gemauert, und der hindurchgehende Theil des Ableiters ruht auf hölzernen Pfählen bb, und geht oben durch einen hölzernen Teller, der aus zween an einander passenden Theilen besteht, und die Oefnung des Canals am Hause deckt.

Für ein Gebäude von mäßiger Größe wird vielleicht ein einziger auf die beschriebene Art angelegter Blitzableiter hinreichend seyn; um aber ein großes Gebäude vor allen Beschädigungen zu sichern, werden nach dem Verhältnisse seiner Größe mehrere Ableiter erfordert. Den bisherigen Erfahrungen nach scheint sich der Wirkungskreis eines zugespitzten Ableiters, selbst unter ungünstigen Umständen, doch auf 46 Schuh ringsherum zu erstrecken; so weit nemlich war die in Purfleet getroffene Ecke des Hauses von der Auffangungsstange entfernt; an Haffendens Hause betrug diese Entfernung 50 Schuh. In Königshayn bey Görlitz, wo der würdige Besitzer dieses Guts, Herr von Schachmann, Ableiter an zwoen Scheunen angelegt hatte, schlug der Blitz an dem Tage der Errichtung selbst, d. 23 August 1782, in zwo 170 Schuh davon entfernte hohe Linden, welche seit hundert Jahren unbeschädigt gestanden hatten (Samml. zur Physik und Naturg. III. B. 1 St. S. 93.). Es scheint allerdings auffallend, daß so alte Bäume, über deren Gipfel vielleicht tausend Gewitter ohne Beschädigung gezogen waren, bey dem ersten Gewitter zerschmettert wurden, das nach Errichtung der Ableiter in ihre Nähe kam. Doch ist nicht zu schließen, daß die Ableiter den Stral herbeygezogen haben. Da am 15 May ebendesselben Jahres, und vorher mehreremale Bäume in dieser Gegend getroffen worden, und das Gewitter so zog, daß es an die getroffenen Linden eher, als an den nicht viel höhern Ableiter gelangte, so lehrt diese Erfahrung nichts

mehr, als daß der Blitz denjenigen Leiter ergreife, der seinem Ausbruche am nächsten steht, und daß eine Entfernung des Ableiters von 170 Schuhen viel zu groß sey, um ihn davon abzuhalten.

An den Schiffen, wo die Wirkungen des Wetterstrals doppelt fürchterlich sind, führt man einen Kupferdrath (nicht Ketten, denen die Continuität fehlt) 2 — 3 Fuß hoch über den höchsten Mast hinaus, leitet ihn über das Verdeck und an der Seite des Schifs fort, und läßt ihn unten ins Wasser ablaufen.

Wohlangelegte Blitzableiter schützen das Gebäude auch gegen die von Lord Mahon bemerkten Rückschläge:

Beyspiele von Gebäuden, die der Blitzableiter nicht gesichert hat, sind die Kirche zu Genua (Sammlungen zur Phys. und Naturg. II. B. 5 St. S. 588.) und das mit acht Ableitern versehene Werkhaus zu Heckingham bey Norwich (Phil. Trans. Vol. LXXII. P. II.), wo der Blitz am 7 Jun. 1782 dennoch zündete. Sie sind nach Herrn Lichtenbergs Ausdruck Kinder, die an den inoculirten Pocken starben; einzelne Fälle, die gegen eine unzählbare Menge gegenseitiger Beyspiele nichts beweisen, und wo die Ursache in irgend einem Fehler der Vorrichtung (wie dies in Heckingham offenbar der Fall war) oder einer besondern Stellung gewisser Theile gegen den Punkt des Ausbruchs gelegen hat. In Nordamerika, wo die Blitzableiter so häufig sind, daß sie schon 1760 im Titel einer Nachricht aus Carolina „an den Häusern daselbst gewöhnlich angebracht“ (Franklin Exp. and Obs. lett. 39. *commonly* affixed to houses there) genannt werden, ist kein Beyspiel eines bey dieser Beschützung verunglückten Hauses bekannt.

Außer dem sehr unphilosophischen Einwurfe, daß es unerlaubt sey, uns den gerechten Schickungen einer höhern Macht zu entziehen, welchen Herr geh. L. R. Lichtenberg (Verhaltungsregeln bey nahen Donnerwettern, in der Einleitung) zureichend beantwortet hat, ist gegen die Blitzableiter noch folgendes eingewendet worden: Die Anstalt sey

zu gering und unvermögend, um so großen Wirkungen zu begegnen; die hohen Stangen möchten mehr Wetterwolken herbeylocken und mehr Schläge erregen, oder benachbarte Gebäude in Gefahr setzen; die Weite, auf die sich der Schutz erstrecke, sey gering, und sichere kaum ein mässiges Haus völlig; der Blitz könne im Boden wieder ausbrechen; man werde ihn besser durch Nicht-leiter und durch Vermeidung alles Metalls abhalten; es werde doch die Möglichkeit eines Schlags und das Schrecken darüber nicht vermieden u. s. w. Alle diese Einwürfe, die theils ganz falsche oder übertriebene Begriffe von dem Zwecke der Ableiter verrathen, theils den Erfahrungen entgegen sind, oder doch dem Werthe der Ableiter nichts benehmen, hat Reimarus (Vom Blitze, Cap. 13.) vortreflich widerlegt. Nollets Ausspruch: Je persiste à dire, que le projet d'*épuiser* une nuée orageuse n'est pas celui d'un Physicien. *Laissons donc tonner et fulminer, comme nous laissons pleuvoir* (Mém. de Paris 1764. p. 440.) ist dieses sonst großen Physikers ganz unwürdig. Sein Ansehen hat dennoch den Fortgang der guten Sache in Frankreich und andern Ländern in etwas aufgehalten, bis die neuern Erweiterungen unserer Kenntnisse von der Elektricität, die Menge der Schriften und die Beyspiele der Großen das ehemalige Vorurtheil überwunden, und diese wohlthätigen Anstalten vervielfältiget haben. In der Churpfalz hat sich Herr Hemmer durch Errichtung vieler Ableiter ein vorzügliches Verdienst erworben (s. dessen Nachricht in Hist. et comment. Acad. Theod. Palat. Vol. IV. Phys. p. 1—85.), und Landriani in einer 1785 herausgegebenen Schrift über die Blitzableiter stellt ein zahlreiches Verzeichniß von errichteten Ableitungen aus mehrern Ländern auf, welches deutlich zeigt, wie sehr man sich jetzt aller Orten von der Nothwendigkeit und dem Nutzen solcher Anstalten überzeugt fühle.

Um den Werth derselben gehörig zu schätzen, muß man den wahren Zweck der Ableitung nicht aus den Augen verlieren. Es würde unbillig seyn, eine völlige Entkräftung der Hauptwolke und Zerstreuung des Gewitters zu

erwarten; die Anstalt soll und kann ihrer Natur nach nur an dem Orte, oder an den mehreren Stellen, wo am wahrscheinlichsten der Bliz ausbrechen dürfte, diesen so viel möglich verhüten oder schwächen, wenn er aber ja entsteht, auffangen und ohne Schaden leiten. Das erste kan man von einem wohlangelegten Blitzableiter in den meisten, das letzte in allen Fällen erwarten, und dies mit einem so hohen Grade von Warscheinlichkeit, als bey menschlichen Veranstaltungen überhaupt zu erreichen möglich ist.

Priestley Geschichte der Elektricität durch Krünitz. S. 254 u. f.

Reimarus vom Blitze, Hamburg 1778. 8. Th. II. Von der beschützenden Leitung durch Metalle.

Betrachtungen über die Gewitterableiter von Barbier de Tinan, in den Leipz. Sammlungen zur Physik und Naturg. II. B. 2tes St. S. 210 u. f.

Die Kunst, Thürme und andere Gebäude vor den schädlichen Wirkungen des Blitzes durch Ableitungen zu bewahren, von J. J. von Felbiger, Breslau 1774. 8.

Principles of Electricity, by *Charles Viscount Mahon*, Elmsly. 1780. 4.

Tib. Cavallo vollständige Abhandl. von der Elektricität, aus dem Engl. dritte Aufl. Leipzig 1785. gr. 8. S. 58 u. f. ingl. S. 203 u. f.

**Blut**, Sanguis, *Sang*. Die rothe Flüßigkeit, welche in den meisten thierischen Körpern während ihres Lebens umläuft, und aus welcher alle Säfte der thierischen Oekonomie entspringen. Der Umlauf des Bluts besteht darinn, daß es aus dem Herzen durch die Puls- oder Schlagadern in die äußern Theile des Körpers getrieben wird, und aus diesen durch die Blutadern wieder zum Herzen zurückkehrt. Das Herz bestehet aus zwoen durch eine Wand von einander gesonderten Kammern, welche durch ihre Erweiterung (Diastole) Blut einnehmen, und durch ihr Zusammenziehen (Systole) wiederum austreiben. Die rechte Herzkammer bekömmt das Blut aus der Hohlader (vena cava), und bringt es in die Lungenpulsader (arteria pulmonalis). Aus dieser geht es in die Lungenblutader (vena pulmonalis), welche es in die linke

Herzkammer bringt. Aus dieser wird es in die große Pulsader (aorta) gespritzt, welche sich in zween Aeste vertheilet, deren einer das Blut zum Kopfe, der andere zu den untern Theilen des Körpers führt. Aus beyden Aesten entspringen kleinere, die sich in immer kleinere vertheilen. Aus diesen kleinern Pulsäderchen kömmt das Blut in kleine Blutäderchen, und aus diesen immer in größere, bis es endlich durch die große Hohlader wieder in die rechte Herzkammer gebracht wird. Dieser Kreislauf des Bluts ist von Harvey (De motu cordis et sanguinis, Frf. 1628. 4.) zuerst richtig und durch Versuche erwiesen worden. Er wird durch die Zusammenziehung des Herzens bewirkt, dessen Muskelfasern durch die Anfüllung mit Blut gereizt, sich vielleicht vermöge ihrer Reizbarkeit und der Mitwirkung der Herznerven zusammenziehen; die Erweiterung des Herzens ist vielleicht eine blos mechanische Wirkung der Anhäufung des Blutes. Den Kreislauf befördern die Mitwirkung der Schlagadern, die Klappen der Blutadern und die Bewegung der Muskeln. Genauere Erklärungen hievon und von der Verschiedenheit dieses Kreislaufs bey den verschiedenen Classen der Thiere findet man in den Lehrbüchern der Anatomie, Physiologie und Naturgeschichte.

Mit dem Kreislaufe des Bluts ist das Athemholen unmittelbar und nothwendig verbunden, so wie auch die Verschiedenheit des Kreislaufs bey den Classen der Thiere mit der verschiedenen Bildung der Luftwerkzeuge in Verbindung steht. Worinn die Wirkung der Luft auf das Blut eigentlich bestehe, ist wohl noch nicht mit völliger Gewißheit entschieden. Man findet die wahrscheinlichsten Vermuthungen hierüber bey dem Worte: Athmen. Priestley's Versuche und Crawford's Theorie der Wärme vereinigen sich dahin, daß die Luft dem Blute in den Lungen Wärme mittheile und Phlogiston entziehe, und daß diese Befreyung vom Phlogiston die Hauptursache der röthern Farbe sey, welche das Blut in den Lungen annimmt, und in den Schlagadern zeiget, obgleich Hewson (Phil. Trans. Vol. LX. p. 368.) die Entstehung der rö-

thern Farbe lieber aus den lymphatischen Drüsen und der Milz herleiten will. Was die Wärme betrift, so hat Boerhave das Blut in den Schlagadern für wärmer, als in den Blutadern gehalten; aber die Versuche scheinen vielmehr zu beweisen, daß es durch den ganzen Körper eine gleichförmige Wärme behalte, wenn man die Einwirkung äußerer Ursachen abrechnet. Man muß hiebey sehr genau fühlbare Wärme von specifischer unterscheiden. Wenn es wahr ist, daß das Blut in den Lungen Phlogiston verliert, und dadurch zu Annehmung mehrerer Wärme geschickt wird, so wird seine specifische Wärme vergrößert. Es nimmt alsdann mehr Feuer an sich, aber es bindet auch dasselbe fester, theilt es nicht so leicht mit, und kan also eben so viel oder noch weniger fühlbare Wärme haben, wenn es gleich mehr specifische Wärme erhalten hat. Die Versuche also, nach welchen Crawford (Exp. and obs. on animal heat, Lond. 1779. 8.) die specifische Wärme des Bluts in den Schlagadern in dem Verhältnisse 23 : 20 größer gefunden hat, als in den Blutadern, stehen mit der Behauptung, daß die fühlbare Wärme des Bluts in Schlag- und Blutadern nicht sehr unterschieden sey, in gar keinem Widerspruche, s. die Artikel: Wärme, specifische; Wärme, thierische.

Bey der chymischen Zerlegung des Bluts, von welcher Macquer nach den Beobachtungen der Herren Menghini, Rouelle und Bucquet sehr ausführlich handlet, hat man in dieser Materie des thierischen Körpers drey Theile, einen lymphatischen oder serösen (Blutwasser, Serum), einen rothen globulösen (Blutkügelchen), und einen faserigten Theil zu untersuchen. Die gedachten Chymiker haben bey genauerer Prüfung dieser Theile, im Blutwasser ein freyes mineralisches Alkali, und in den Blutkügelchen einen Antheil von Eisen entdeckt, dem sie die rothe Farbe des Bluts zuschreiben, womit die Bemerkung übereinstimmt, daß eisenhaltige Wasser die wirksamsten Mittel wider die Bleichsucht sind. Der Zutritt der reinen Luft dient nur, diese rothe Farbe zu erhöhen. Der faserigte Theil des Bluts verhärtet durch die

Wärme, und giebt beynahe die nemlichen Produkte, wie das Blutwasser, nemlich einen flüchtigen alkalischen Spiritus, festes flüchtiges alkalisches Salz in sehr großer Menge, und ein schweres stinkendes Oel. Das Rückbleibsel ist leicht und schwammigt, und enthält viel Küchensalz und feuerbeständiges mineralisches Alkali.

Das Blut entsteht aus den vom Magensaft aufgelöseten und verarbeiteten Nahrungsmitteln, welche in dem Zwölffingerdarme (duodenum) durch Vermischung mit der Galle und dem Gekrösdrüsensafte verdünnt, und in den Nahrungssaft (chylus) verwandlet werden. Dieser dringt durch die engen Milchgefäße, das Gekröse, und einige weitere Gefäße bis zu dem schon vorhandenen Blute in die Hohlader ein. Aus dem Blute werden entweder durch Zertheilung größerer Gefäße in kleinere, welche nur feine Säfte aufnehmen, oder durch Ausdünstung, oder durch eigne zu solchen Absonderungen bestimmte Drüsen, d. i. Verwebungen mehrerer Gefäße, die übrigen Säfte des thierischen Körpers abgeschieden.

**Leske** Anfangsgr. der Naturgeschichte, Th. I. §. 53—63.
**Macquer** chym. Wörterbuch, Art. **Blut der Thiere**.

**Blutadern**, zurückführende Adern, Venae, *Veines*. Diesen Namen führen die cylindrischen Gefäße oder Röhren, welche im thierischen Körper das Blut von den äußern Theilen nach dem Herzen zurückführen, s. **Blut**.

**Bologneser Flaschen**, Springkolben, Phialae bononienses, *Matras de Bologne*. Dies sind kleine ziemlich dicke birnförmige Kolben von weißem oder grünem Glase, welche von außen einen beträchtlichen Schlag ertragen können, durch die geringste Ritzung von innen aber sogleich zerspringen. Man kan damit gegen die Wand schlagen, ohne sie zu beschädigen; aber das kleinste scharfe Feuersteinchen, das durch ihre Oefnung hineinfällt, sprengt sie in Stücken.

Sie werden völlig, wie andere Gläser, geblasen, aber nicht in den Kühlofen allmählig, sondern an freyer Luft

nahe beym Ofen etwas schneller abgekühlt. Dadurch erkalten die äußern Theile viel eher, als die innern, und die verschiedenen Glastheilchen gerathen in eine sehr ungleiche starke Spannung. Ein scharfer hineingeworfener Körper macht einen Riß, einen Anfang zur Trennung, die sich augenblicklich durch die gespannten Theile fortsetzt. Von außen ist die Verbindung wegen der Wölbung fester; auch von innen werden solche Flaschen durch stumpfe schwere Körper, die nicht ritzen, nicht zersprengt. Sie verlieren ihre Sprödigkeit, wenn man sie auf glühenden Kohlen erhitzt, und dann almählig abkühlen läst, wodurch die Spannung der Theile vermindert und gleichförmiger gemacht wird. Sie sind den holländischen Glastropfen sehr ähnlich, s. Glastropfen, und durch Versuche des Instituts zu Bologna (Comm. instituti bonon. T. II. P. I. p. 321. 328.) bekannt geworden.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 423.

Bologneser Stein, s. Phosphorus.

**Bombe.** Zur Physik gehört bey diesem verderblichen Werkzeuge blos die Betrachtung seines Weges durch die Luft, wovon bey den Worten: Wurf, Weite des Wurfs, Ballistik, einige theils wissenschaftliche, theils litterarische Nachrichten vorkommen.

Bononischer Stein, s. Phosphorus.

**Borax,** Borax, Chrysocolla, *Borax.* Ein aus dem mineralischen Alkali und einer eignen unter dem Namen des Sedativsalzes bekannten Säure bestehendes Mittelsalz. Es läst sich im Wasser auflösen und krystallisiren, geräth im Feuer durch sein Krystallisations-Wasser in Fluß, calcinirt sich aber hernach, und fließt im Schmelzfeuer leicht zu einem zarten Glase, das an der Luft verwittert, und wieder in einen wahren Borax zerfällt. Das Feuer zersetzt also den Borax nicht; wohl aber die Vitriol- Salz- Salpeter- Essig- und Arseniksäure, die sich mit seiner alkalischen Basis verbinden, und das Sedativsalz abscheiden. Man bringt den Borax aus Ostindien in einem

noch nicht ganz gereinigten Zustande, in welchem er Tinkal heißt, und sein eigentlicher Ursprung ist nicht zuverläßig bekannt; man weiß sogar nicht, ob er ein Produkt der Natur oder der Kunst sey. Man braucht ihn zu Glasuren, Einbrennung der Farben auf Porcellan, Steingut, Schmelzwerk ꝛc., als Schmelzungsmittel strengflüßiger Körper, zu Reinigung des Goldes u. s. w. In der Arzneykunst scheint er blos durch seinen alkalischen Bestandtheil wirksam zu seyn. Man s. auch den Art. Sedativsalz.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. **Borax**, und **Leonhardis** Anm. daselbst.

Boraxsäure, s. Sedativsalz.
Boussole, s. Compaß.
Boylische Leere, s. Leere.

**Brachystochronische Linie, Linie des kürzesten Falles**, Linea brachystochrona, s. celerrimi descensus, *Ligne brachystochrone*. Wenn man sich vorstellt, ein bewegter Punkt, von gegebnen Kräften getrieben, könne durch verschiedene krumme Linien von gleicher Länge gehen, so heißt diejenige, durch welche er in der kürzesten Zeit geht, die brachystochronische. Johann Bernoulli hat diese Untersuchungen in die höhere Mechanik eingeführt, und Euler (Mech. To. II. Cap. 2.) handlet sie sehr schön ab. Für eine einzige unveränderliche Kraft, wie z. B. für die Schwere beym fallenden Körper, Reiben und Widerstand der Luft bey Seite gesetzt, ist diese Linie die Cycloide.

**Brechbarkeit**, Refrangibilitas, *Refrangibilité*. Die Eigenschaft der Lichtstralen, beym Uebergange aus einem Mittel in ein anderes von verschiedener Dichte, ihre vorige Richtung mehr oder weniger zu ändern, s. Brechung der Lichtstralen. Man schreibt demjenigen Strale eine größere Brechbarkeit zu, der unter übrigens gleichen Umständen seine Richtung mehr ändert, oder von seinem vorigen Wege stärker abgelenkt wird, als ein anderer.

Die Versuche lehren, daß nicht alles Licht, oder nicht alle Theile eines Lichtstrals gleich brechbar sind; die rothen Lichtstralen z. B. werden unter völlig gleichen Umständen weniger, als die orangefarbnen, gelben, grünen ꝛc. gebrochen, und die violetten haben unter allen die stärkste Brechbarkeit.

Diese verschiedene Brechbarkeit der Lichtstralen von verschiedenen Farben entdeckte Newton zuerst im Jahre 1666, und baute auf dieselbe einen großen Theil seiner Theorie des Lichts und der Farben. Er erzählte seine Versuche hierüber in den Philosophischen Transactionen der Jahre 1672—1688 (s. Abhandlungen aus den Philos. Transact. Leipz. 1779. gr. 4. I. Band. S. 192. f.) und in seiner Optik. Die vornehmsten derselben sind folgende.

1. Er fieng in einem verfinsterten Zimmer (Taf. IV. Fig. 68.) das durch die Oefnung F einfallende Sonnenlicht mit dem gläsernen Prisma ABC auf, so daß das gebrochne Licht bey PT die Wand traf. Hier fand er das schon vor ihm bekannte Farbenbild (Spectrum, *image colorée*) PT, fünfmal so lang, als breit, da es doch nach den allgemeinen Gesetzen der Brechung kreisrund hätte seyn sollen, indem die parallelen Sonnenstralen bey beyden Brechungen in den Ebnen BC und AC parallel bleiben musten. Die Ausbreitung des Farbenbildes aber zeigte, daß sie von CA nach PT divergirten. Eben diese Ausbreitung des Bildes hatte schon Grimaldi (De lumine, Bononiae 1665. 4. p. 272.) wahrgenommen. Newton verfiel auf verschiedene Muthmaßungen über die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung; allein die Versuche stimmten mit keiner derselben überein, so lang er alle Theile des Lichts gleich brechbar setzte. Es blieb ihm daher nichts übrig, als anzunehmen, daß jeder Sonnenstral aus Theilen von verschiedener Brechbarkeit bestehe, und da das Bild viele sich in einander verlaufende Farben zeigte, deren kenntlichste Abstufungen, von T bis P gerechnet, Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo Violet waren, so schloß er, daß diese Farbenstralen in verschiedenem Grade, und zwar die rothen auf T fallenden am

wenigsten, die violetten nach P treffenden hingegen am stärksten brechbar wären.

2) Er sonderte durch ein hinter das Prisma ABC gestelltes Bret mit einem kleinen Loche, einen Theil dieser verschiedentlich gefärbten Stralen von den übrigen ab, und ließ ihn in einer Entfernung von etwa 12 Fuß durch das Loch eines zweyten Brets auf ein zweytes Prisma fallen. Da das letztere Bret und Prisma unbewegt blieben, so muste der Einfallswinkel des Lichts auf dieses Prisma immer derselbe bleiben. Wenn er nun das erste Prisma drehte, so konnte er dadurch bald den rothen, bald den violetten Stral rc. durch beyde Breter auf das zweyte bringen. Er fand hiebey, daß das rothe Licht im zweyten Prisma eine merklich geringere Brechung litt, als die übrigen Farben, das violette aber am stärksten gebrochen ward, obgleich alle unter einerley Winkel einfielen. Diesen Versuch nennt er entscheidend (experimentum crucis); er beweist nemlich ohne Einwendung, daß das Brechungsverhältniß nicht für alle Theile des Sonnenlichts einerley sey.

3) Wenn er (Taf. IV. Fig. 69.) hinter das erste horizontal gehaltene Prisma ABC, ein zweytes DE senkrecht stellte, daß die zweyte Brechung seitwärts gieng, so ward der violette Stral nach P am meisten, der rothe T am wenigsten seitwärts gebrochen, und das Bild TP erhielt eine schiefe Stellung.

4) Wurden die durch das Prisma gesonderten Farbenstralen durch ein Linsenglas wieder vereiniget, so gaben sie, um den Vereinigungspunkt aufgefangen, wieder ein weißes Bild. Hinter diesem Punkte aber, wo sich die Stralen gekreuzt hatten, erschienen die Farben in umgekehrter Ordnung wieder.

5) Wenn er ein halb blau, halb roth gefärbtes Papier durch ein gläsernes Prisma betrachtete, so erschien die blaue Hälfte höher, als die rothe, wenn die Schärfe des Prisma aufwärts, niedriger aber, wenn diese Schärfe niederwärts gekehrt war, daß also in beyden Fällen das blaue Licht stärker, als das rothe, gebrochen ward.

Diese Versuche beweisen unwiderleglich, daß sowohl das Sonnenlicht, als das von den Körpern zurückgeworfene, nach Beschaffenheit seiner Farbe eine verschiedene Brechbarkeit besitze. Newton theilt daher das Licht in einfaches oder gleichartiges, welches aus lauter Stralen von gleicher Brechbarkeit besteht, und zusammengesetztes oder ungleichartiges ein. Das weiße Licht ist eigentlich aus unzählbaren einfachen Farben zusammengesetzt, unter welchen sich jedoch die sieben oben genannten am kenntlichsten auszeichnen.

Er fand durch viele und ziemlich übereinstimmende Versuche das Brechungsverhältniß aus Luft und Glas

| | |
|---|---|
| für rothes Licht 77 bis | $77\frac{1}{8} : 50$ |
| für orangegelbes - | $77\frac{1}{5} : 50$ |
| für gelbes - - | $77\frac{1}{3} : 50$ |
| für grünes - | $77\frac{1}{2} : 50 = 31 : 20$ |
| für hellblaues - | $77\frac{2}{3} : 50$ |
| für dunkelblaues - | $77\frac{7}{9} : 50$ |
| für violettes - $77\frac{7}{9}$ bis | $78 : 50$, |

daher er das mittlere Brechungsverhältniß aus Luft in Glas, für das grüne Licht genommen, $= 31 : 20$ setzt.

Mehr hievon s. bey dem Worte: **Farben**, und wie diese verschiedene Brechbarkeit eine Hauptursache der Unvollkommenheit der Fernröhre sey, bey: **Abweichung, dioptrische, Achromatische Fernröhre.**

*Newtoni* Optice, Lond. 1706. 4. p. 22—27.

**Brechung**, Refractio, *Refraction*, heißt überhaupt die Ablenkung eines bewegten Körpers von seiner vorigen Richtung, wenn er schief aus einem Mittel in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit übergeht, wenn sie schief aus Luft in Wasser übergeht.

Die Erfahrung lehrt, daß feste Körper, beym Uebergange in ein dichteres Mittel, in welchem sie mehr Widerstand leiden, von dem Perpendikel ab, beym Uebergange hingegen in ein dünneres weniger widerstehendes

Mittel auf den Perpendikel zu gelenkt werden. So wird die nach der Richtung mq (Taf. IV. Fig. 70.) auf die Wasserfläche ST treffende Kugel M im Wasser die Richtung Mt annehmen, welche von dem Perpendikel auf die Wasserfläche, oder von AB, mehr, als die vorige Richtung Mq abweicht. Gienge aber die Kugel aus dem Wasser in Luft über, so würde sie ihre Richtung auf eine entgegengesetzte Art ändern, z. B. in der Luft nach Mm gehen, wenn sie zuvor im Wasser nach tM gegangen wäre; sie würde mehr nach dem Perpendikel BA zu gelenkt werden.

Die Ursache dieses Phänomens ist so zu erklären. Als die Kugel noch ganz mit Luft umgeben war, litten alle Theile ihrer Vorderfläche nop gleichen Widerstand. Sobald sie aber das Wasser berührt, widersteht dasselbe dem Punkte r mehr, als der auf der andern Seite gleich weit von o entfernte Punkt, der sich noch in der Luft befindet, Widerstand leidet. So wird während des Eintauchens der Kugel die Seite op immer an mehr Punkten vom Wasser berührt, als die Seite on, daher der Widerstand immer an jener Seite stärker bleibt, als an dieser, und also die Bewegung natürlich von der Seite op, oder von dem Perpendikel AB, der durch diese Seite geht, ablenken muß. Diese Ablenkung geschieht nach und nach in einer krummen Linie, bis sich endlich die vorangehende Halbkugel ganz eingesenkt hat, worauf die Bewegung wieder geradlinigt wird. Aehnliche Betrachtungen zeigen, daß die Ablenkung auf die entgegengesetzte Seite fällt, wenn der Körper in ein weniger widerstehendes Mittel übergeht, und daß gar keine Brechung statt findet, wenn er nach dem Perpendikel AB selbst auffällt. Die Dynamik lehrt, daß die Größe und das Verhältniß dieser Ablenkung von der Größe und dem Gesetze des Widerstands, ingleichen von der Geschwindigkeit, Gestalt uud Masse des bewegten Körpers abhange. Das Licht verhält sich, wie der folgende Artikel zeigt, ganz anders. Es geht im dichtern Mittel auf den Perpendikel zu, im dünnern von ihm ab. Schon dies leitet auf die Vermuthung, daß die Brechung des

Lichts nicht Widerstand, sondern, was diesem gerade entgegengesetzt ist, Anziehung zur Ursache habe.

**Brechung der Lichtstralen**, **Stralenbrechung**, Refractio radiorum lucis, *Refraction de la lumière.* Die Ablenkung der Lichtstralen von ihrer vorigen Richtung, wen sie aus einem durchsichtigen Körper in einen andern von einer unterschiedenen Dichtigkeit übergehen. So verläst (Taf. I. Fig. 13.) der Lichtstral SC, wenn er aus der Luft in den gläsernen Würfel CF übergeht, seine vorige Richtung SCL, und nimmt innerhalb des Glases den Weg CK. Gienge es bey K aus dem Glase wieder in die Luft über, so würde er aufs neue die Richtung CK verlassen, und nach einer andern Linie in der Luft fortgehen. Auf dieser allgemeinen Eigenschaft des Lichts beruhen alle Phänomene des Sehens durch durchsichtige Mittel, z. B. durch Gläser, durch Liquoren, durch die Luft der Atmosphäre u. s. w., und die Wissenschaft, in welcher diese Erscheinungen aus dem Gesetze der Stralenbrechung hergeleitet werden, heißt die Dioptrik.

Der Name Brechung (ἀνάκλασις) mag ohne Zweifel daher entstanden seyn, weil ein schief ins Wasser gehaltner Stab, oder ein Ruder, durch die Wirkung der Stralenbrechung gleichsam zerbrochen erscheint. Der ins Wasser gesenkte Theil scheint eine andere Linie zu machen, als der außer dem Wasser befindliche. Wenigstens ist dieses Phänomen der Brechung eines der ältesten, die man wahrgenommen hat, und wird schon von Aristoteles in seinen Aufgaben erwähnt.

Um die Größe der Brechung, und das Gesetz, nach welchem sie sich richtet, gehörig bestimmen zu können, stellt man sich (Taf. I. Fig. 13.) an dem Einfallspunkte C, wo der einfallende Stral (radius incidens) die brechende Fläche EBCD trift, eine auf diese Fläche lothrecht stehende Linie RCH vor. Diese Linie heißt das Einfallsloth oder Neigungsloth (cathetus incidentiae), der Winkel, den der einfallende Stral mit ihr macht, SCR = LCH, der Einfallswinkel, Neigungswinkel (angulus in-

cidantiae), der Winkel, den der gebrochne Stral CK mit ihr macht, KCH, der **Brechungswinkel** (angulus refractionis). Nach andern heißt KCH auch der **gebrochne Winkel** (angulus refractus), s. Brechungswinkel. Die Ebne durch das Einfallsloth und den einfallenden Stral, oder die verlängerte Ebne des Einfallswinkels SCR heißt die **Brechungsebne** (planum refractionis).

## Gesetze der Brechung.

**I. Wenn ein Lichtstral aus einem dünnern Mittel A in ein dichteres B übergeht, so wird er nach dem Einfallslothe zu gebrochen. Der Sinus des Einfallswinkels und des Brechungswinkels stehen dabey in einem beständigen Verhältnisse** (m : n, wo m > n), welches für eben dieselben Mittel A und B immer einerley bleibt, der Einfallswinkel sey groß oder klein. m : n heißt das **Brechungsverhältniß** für die Mittel A und B.

**II. Wenn ein Lichtstral aus einem dichtern Mittel B in ein dünneres A übergeht, so wird er von dem Einfallslothe ab gebrochen. Der Sinus des Einfallswinkels und des Brechungswinkels stehen dabey in einem beständigen Verhältnisse**, welches, wenn die Mittel A und B eben dieselben sind, wie bey I., das umgekehrte des vorigen (oder n:m) ist.

**III. In beyden Fällen bleibt der gebrochne Stral in der Brechungsebne.**

Dies sind die Gesetze der Brechung. Aus ihnen folgt sogleich, daß Stralen, welche lothrecht auf die brechende Fläche fallen, ungebrochen oder in ihrer vorigen Richtung fortgehen. Für diesen Fall nemlich verschwindet der Einfallswinkel, daher auch sein Sinus, und der in beständigem Verhältnisse mit ihm stehende Sinus des Brechungswinkels, mithin auch der Brechungswinkel selbst, und es findet keine Brechung statt.

Auch findet im zweyten Falle keine Brechung statt, wenn der Sinus des Einfallswinkels (für den Sinus totus

= 1) größer als $\frac{n}{m}$ wird. Sollte hiebey eine Brechung vorgehen, so müste nach II. des Brechungswinkels Sinus größer, als $\frac{m}{n} \cdot \frac{n}{m}$, d. i. größer, als 1 seyn, welches unmöglich ist, weil nie ein Sinus größer, als der Sinustotus, seyn kan.

Die Erfahrung lehrt auch, daß in solchen Fällen der Lichtstral gar nicht aus dem dichtern Mittel herausgehe, sondern ganz zurückgeworfen werde, oder, wie sich einige ausdrücken, daß hiebey die Brechung in Zurückwerfung übergehe.

Es wird nöthig seyn, diese Sätze durch einige Beyspiele zu erläutern. Wenn die Mittel A und B Luft und Glas sind, so kan man das Brechungsverhältniß m : n = 3 : 2 annehmen. Ist nun (Taf. I. Fig. 13.) der Einfallswinkel SCR, so wird, CS für den Halbmesser angenommen, SR der Sinus desselben seyn. Nimmt man ferner CK = CS, so wird KH der Sinus des Brechungswinkels KCH. Nach dem Gesetz der Brechung I.) muß SR:KH = 3 : 2 seyn, oder die Brechung muß so erfolgen, daß KH zwey Drittel von SR ausmacht, der Einfallswinkel sey groß oder klein.

Gienge hingegen der im Glase nach KC fortgegangene Lichtstral bey C in die Luft über, so wäre jetzt KH der Sinus des Einfallswinkels, und, CS = CK genommen, SR der des gebrochnen. Hier muß nach II. KH : SR = 2 : 3 seyn, oder SR drey solche Theile halten, deren KH zwey hält.

Ist hiebey SCR = 30°, so wird dessen Sinus (den Halbmesser CS = 1 gesetzt) = $\frac{1}{2}$. Also KH oder der Sinus von KCH = $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ = 0,3333333. Für diesen Sinus geben die trigonometrischen Tafeln den Winkel KCH beyläufig = 19° 28′. Daher wird für 30° Einfallswinkel aus Luft auf Glas, der Brechungswinkel 19° 28′, und für 19° 28′ Einfallswinkel aus Glas auf Luft, der Brechungswinkel 30° seyn.

Ist beym Uebergange aus Glas in Luft (Tafel IV. Fig. 71.) der Sinus des Einfallswinkels SR größer, als $\frac{2}{3}$ des Halbmessers SC (oder ist der Einfallswinkel SCR > 41° 49′), so müßte der Sinus des Brechungswinkels größer als $\frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3}$. SC, d. i. größer, als der Halbmesser selbst, seyn, wlches unmöglich ist. Daher geht in diesem Falle der Stral SC dem Gesetze der Brechung gemäß gar nicht aus dem Glase. Er wird vielmehr nach dem Gesetze der Reflexion ganz gegen CT zurückgeworfen.

Da sich kleine Bogen ohne merkliche Abweichung wie ihre Sinus verhalten, so läßt sich bey I. für kleine Einfallswinkel ohne sonderliche Fehler annehmen, daß sie selbst sich zu den Brechungswinkeln, wie m : n verhalten. Dies giebt eine leichtere Rechnung. So würde bey Luft und Glas für 30° Einfallswinkel, der Brechungswinkel 20° gefunden, welches von der richtigern Bestimmung (19° 28′) nur um einen halben Grad abweicht. Bey II, wo die Brechungswinkel größer werden, wird man es nur bis auf Einfallswinkel von 18° mit gleicher Sicherheit anwenden können.

## Geschichte der Erfindung dieser Gesetze.

Die Wirkungen der Stralenbrechung fallen bey unzählbaren Veranlassungen in die Augen, und konnten daher den Alten nicht unbekannt bleiben. Allein ihre Begriffe davon waren höchst dunkel und unbestimmt. Der Araber Alhazen im 10ten oder 11ten, und Vitello, dessen Commentator im 13ten Jahrhunderte, deren Werke Friedrich Risner (Opticae thesaurus, Basil. 1572, fol.) herausgegeben hat, bemühten sich, mehr von der Stralenbrechung zu sagen, suchten auch durch Versuche die Größe und das Gesetz derselben zu entdecken, ohne doch etwas genaues darüber bestimmen zu können. Einige der schönsten Anwendungen dieser Lehre, der Gebrauch der Brillen und Hohlgläser, die Erklärung des Regenbogens, selbst die Fernröhre sind erfunden worden, ehe man noch das Gesetz der Brechung gekannt hat.

Kepler untersuchte die Brechung aus Luft in Glas und Wasser sorgfältiger. Er gab zuerst (Paralipomena ad Vitellionem, Frf. 1604.) an, der Brechungswinkel, d. i. nach ihm der Winkel des einfallenden Strals mit dem gebrochnen, habe einen Proportionaltheil, der von dem Einfallswinkel abhange, und einen ungleich wachsenden Theil, der sich nach der Secante des gebrochnen Winkels richte. Nach dieser Voraussetzung berechnet er eine Tafel für die Brechung im Wasser. In seiner Dioptrik aber (Dioptrice, Aug. Vind. 1611. 4. ax. 7. 8.) behauptet er aus Versuchen, bey der Brechung aus Luft in Glas betrage der Brechungswinkel KCH (Taf. I. Fig. 13.) zwey Drittheile des Einfallwinkels, wenn der letztere unter 30 Graden sey. Da die Objectivgläser vom Mittel bis zum Umfang selten über 20° halten, so glaubt er, dieses Verhältniß sey zum Gebrauch für die Theorie der Linsengläser und der Fernröhre hinreichend genau. Er war zwar zu sehr Geometer, um einen Satz für vollkommen zu halten, der nur auf kleine Winkel eingeschränkt war; inzwischen hat er für die angeführte Theorie sehr richtige Folgen daraus gezogen. Auch bestimmte er schon durch Versuche, daß die letzte Brechung aus Glas in Luft bey einem Einfallswinkel von 42° geschehe, und bey einem größern in Zurückwerfung übergehe (Dioptr. ax. 9.). Es ist zu verwundern, daß ein Mann von seinem Scharfsinne die Entdeckung des wahren Gesetzes, der er so nahe war, verfehlen konnte.

Scheiner und Kircher stellten über die Größe der Brechung in Glas, Wasser, Wein, Oel ꝛc. noch mehr Versuche an (Kircher Ars magna lucis et umbrae, Romae 1646. fol.). Von ihren Werkzeugen hiezu s. den Art. Anaklastisches Werkzeug.

Inzwischen war das wahre Gesetz der Brechung von Willebrord Snellius, Professor der Mechanik zu Leiden († 1626), entdeckt worden. Zwar ist sein Werk über die Optik, worinn er diese Entdeckung bekannt machen wollte, nie herausgekommen; allein das Zeugniß des Huygens (Dioptr. p. 2.), der seine Handschrift gesehen

hat, verdient Glauben; auch führt Priestley aus dem Vossius (De natura lucis, Amst. 1662. 4.) an, daß diese Entdeckung von dem Professor Hortensius in Leiden sey vorgetragen worden, obgleich Herr Scheibel (Einl. in die mathemat. Bücherkenntniß, Th. II. S. 326.) sagt, er habe dies nicht im Vossius gefunden.

Nach Huygens Nachricht fand Snellius, daß sich (Taf. IV. Fig. 72.) bey Brechungen durch eben dieselben Mittel die Linien CK und CO (d. i. der gebrochene Stral, und die Verlängerung des einfallenden bis an die mit dem Einfallslothe RH gleichlaufende Linie KD) in einem beständigen Verhältnisse befänden, welches beym Uebergange aus Luft in Glas 3 : 2, bey dem aus Luft in Wasser 4 : 3 sey. Die Linen CK und CO stellen (wenn CD der Sinustotus ist) die Cosecanten der Winkel CKD und COD vor, von welchen der erste dem Brechungswinkel KCH, der zweyte dem Einfallswinkel SCR gleich ist; daher der Satz so viel sagt, als: **Die Cosecanten des Brechungs- und des Einfallswinkels sind für einerley Mittel in einem beständigen Verhältnisse.** Es fehlte nur dies noch, daß Snellius nicht daran gedacht hatte, für das Verhältniß der Cosecanten das ihm gleiche umgekehrte Verhältniß der Sinus zu substituiren, und so den Vortrag bequemer zu machen.

Mit dieser leichten Veränderung, und also völlig, wie oben bey I und II, trug es Descartes in seiner 1637 erschienenen Dioptrik vor, ohne Benennung des Erfinders, und als eine Folge aus seinen speculativen Untersuchungen über die Natur der Brechung eingekleidet, ob er gleich, wie Huygens gewiß zu wissen behauptet, des Snellius Handschriften gelesen hatte, aus welchen der Satz: **Die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels sind für einerley Mittel in beständigem Verhältnisse,** mit so leichter Mühe zu ziehen war. Montucla, der doch sonst den Descartes gern vertheidigt, wagt es nicht, den Verdacht dieses Plagiats von ihm abzulehnen; er führt nur an, Huygens erkläre doch die Sache nicht ge-

radehin für ausgemacht, sondern begnüge sich, sie zu muthmaßen.

Wenn aber auch Descartes die Sache selbst aus des Snellius Handschriften entlehnt haben mag, so muß ihm doch die Dioptrik die erste öffentliche Bekanntmachung derselben verdanken, durch welche die Theorie dieser Wissenschaft seit dem Jahre 1647 ganz neue und weit besser bestimmte Gründe erhalten hat.

## Hypothesen über die Ursache der Brechung.

Descartes gründet das angegebene Gesetz der Brechung nicht auf Versuche, sondern auf theoretische Betrachtungen, welche zugleich eine Erklärung der Ursache desselben enthalten sollen. Er nimmt hiebey an, daß das Licht die dichtern Mittel leichter, als die dünnern, durchdringe: den Grund hievon sucht er in der Structur dichter Körper, deren Zwischenräume freyer von Hindernissen (minus villosi) seyn sollen, so wie etwa eine Kugel auf einer harten glatten Fläche schneller rolle, als auf einem weichen Teppich. Wenn nun (Taf. IV. Fig. 72.) der Stoß des Lichts SC auf die Oberfläche eines dichtern Mittels AB trift, in welchem er sich z. B. mit doppelt so viel Leichtigkeit fortpflanzen kan, so wird es ihm, wie einer Kugel, ergehen, die an der Fläche AB auf einmal eine doppelte Geschwindigkeit erlangt. Diese Kugel wird nun, um einen mit SC gleichen Raum zu durchlaufen, oder wieder bis an den Umkreis des Cirkels KASB zu gelangen, nur die Hälfte der vorigen Zeit brauchen. Ihre vorige Bewegung durch SC läßt sich in die zwo Bewegungen durch RC und EC zerlegen, deren letztere mit der brechenden Fläche parallel läuft, und also durch den Stoß derselben nicht verändert wird. Mit dieser Bewegung wird nun, in der Hälfte der vorigen Zeit durch SC, nur CD = $\frac{1}{2}$CE zurückgelegt. Daher muß der neue Weg der Kugel CK so beschaffen seyn, daß CD = $\frac{1}{2}$CE, oder KH = $\frac{1}{2}$RS, d. i. daß sich die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels, welches eben die Linien RS und KH sind, in umgekehrtem Verhältnisse der Geschwindigkeiten in beyden Mit-

teln, und also, wenn die Mittel dieselben bleiben, in einem beständigen Verhältnisse befinden. Man sieht bey diesem Beweise des Gesetzes der Brechung keinen hinlänglichen Grund, warum die in der Geschwindigkeit vorgehende Veränderung ganz und allein die wahre Bewegung durch CK betreffen, und nicht zum Theil auf die parallele Bewegung durch CD wirken soll, da doch der nicht blos an die Fläche stoßende, sondern im dichtern Mittel wirklich fortgehende Körper, wenn er dasselbe leichter durchdringt, auch nach der Richtung CD oder HK leichter und geschwinder in demselben fortgehen sollte. Von dieser Seite haben auch Fermat und Hobbes diesen Beweis vornehmlich angegriffen; und es läßt sich schwerlich anders, als im Newtonischen Systeme der Attraction, ein hinlänglicher Grund von dem erwähnten Phänomen angeben. Uebrigens ist es wahrscheinlich, daß das Licht im dichtern Mittel geschwinder, als im dünnern, fortgehe; ob ich gleich diese Behauptung mit Descartes Vorstellung, daß sich das Licht in instanti fortpflanze, nicht recht zu vereinigen weiß.

Fermat, welcher die mit Descartes angefangne Streitigkeit noch mit dessen Schüler Clerselier fortsetzte, gerieth auf einen Beweis dieses Gesetzes aus dem Grundsatze, daß die Natur ihre Endzwecke auf die kürzeste Art erreiche. Er setzt hiebey voraus, das Licht treffe im dichtern Mittel mehr Widerstand, als im dünnern, an (gerade das Gegentheil von Descartes Voraussetzung); dagegen verkürze sich wiederum die Länge des Weges CK in dem Maaße, daß die Zeit, die das Licht brauche, um von S nach K zu kommen, auf dem Wege SCK die kürzeste mögliche sey. Aus diesen Grundsätzen folgert er durch eine weitläufige Rechnung, daß sich, um dieses Kürzeste zu erreichen, die Sinus der Winkel SCR und HCK, umgekehrt, wie die Widerstände beyder Mittel verhalten müßten. Mit Hülfe des nachher erfundenen Infinitesimalcalculs läßt sich diese Rechnung sehr abkürzen. Wenn ein Körper von S durch die Fläche AB auf verschiednen gebrochnen Wegen nach K gehen kan, so ist leicht zu erweisen,

daß sich bey allen diesen Wegen die genannten Sinus, wie die entgegengesetzten Differentialien der Stücken des Weges SC und CK verhalten. Da nun die Zeiten, die zu Zurücklegung beyder Stücken erforderlich sind, im zusammengesetzten Verhältnisse der Längen dieser Stücken und der Widerstände in jedem Stücke (R und r) stehen, so läßt sich die ganze Zeit durch SCK, durch $SC \times R + CK \times r$ ausdrücken. Soll diese Zeit ein Kleinstes seyn, so muß ihr Differential ($dSC \times R + dCK \times r$) verschwinden, woraus

$-dSC : dCK = r : R$ oder $\sin. SCR : \sin. HCK = r : R$

folgt.

So stimmten Descartes und Fermat in dem Schlusse überein, daß die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels in einem beständigen Verhältnisse stünden; nur glaubte der erste, daß sie sich umgekehrt wie die Geschwindigkeiten in beyden Mitteln, der letztere, daß sie sich umgekehrt, wie die Widerstände der Mittel, verhielten. Fermats Art, aus den Endursachen oder Absichten der Natur zu schließen, kan wohl für keine physikalische Erklärung gelten; er ward auch zuletzt des Streits müde, gab seinem Gegner nach, und behielt sich nur vor, seine geometrische Auflösung für schöner, als den cartesianischen Beweis, halten zu dürfen, der ihn, so wahr er seyn möge, doch nicht überzeuge.

Herr von Leibnitz (Unicum Opticae, Catoptricae et Dioptricae principium, Act. erud. Lips. mens. Jun. 1682.) hat von dem Gesetze der Brechung einen andern, ebenfalls auf die Endursache gebauten Beweis, zu geben versucht. Er nimmt den Grundsatz an, daß die Natur das Licht von S bis K auf dem leichtesten Wege führe, daß also nicht die Zeit, sondern die Schwierigkeit seines Fortgangs (die er durch das Product aus der Länge des Weges in den Widerstand des Mittels ausdrückt) ein Kleinstes sey. Daraus folgt eben die Rechnung und dasselbe Resultat, wie bey Fermat; die Sinus von SCR und HCK verhalten sich umgekehrt, wie die Widerstände der Mittel, oder direct, wie die Leichtigkeiten, mit welchen

sich die Mittel durchdringen lassen. Was aber die Geschwindigkeit betrift, so nimmt er an, sie wachse mit dem Widerstande zugleich, daß also nach ihm, wie bey Descartes, der Lichtstral im dichtern Mittel geschwinder geht, ob er gleich daselbst mehr Widerstand antrift. Man kan gegen diesen Beweis den gegründeten Einwurf machen, daß der Begrif von Leichtigkeit und Schwierigkeit hiebey unbestimmt sey, und wenn nichts widersinniges folgen solle, im voraus nach dem zu beweisenden Satze eingerichtet werden müsse. Nimmt man jene Worte in der Bedeutung, daß im leeren Raume, wo der Widerstand ganz verschwindet, die Leichtigkeit unendlich groß ist, so folgt der offenbar falsche Satz, daß beym Uebergange des Lichts aus dem leeren Raume in Luft der Brechungswinkel allezeit = 0 sey; aber diese Bedeutung des Worts würde Leibnitz nicht zugegeben haben. Herr Klügel nennt daher diesen Leibnitzischen Gedanken einen sinnreichen Einfall, den man nicht allzugenau beleuchten dürfe. Es scheint vielmehr bey dem Gesetze der Brechung weder die kürzeste Zeit, noch der leichteste Weg gewählt zu seyn.

Um die aus den Endzwecken der Natur hergeleiteten Beweise zusammenzustellen, will ich sogleich denjenigen beyfügen, welchen Herr v. Maupertuis (Mém. de Paris 1743. ingl. Mém. de l'ac. de Prusse 1746.) auf seinen Satz der kleinsten Wirkung gegründet hat. Die Natur, sagt er, wählt überall den Weg, bey welchem die Wirkung (das Product aus der Masse in den Raum und die Geschwindigkeit) ein Kleinstes ist. Da beym Lichte die Masse nicht in Betrachtung kömmt, so muß beym Uebergange aus S in K, die Summe der Producte aus SC in die Geschwindigkeit durch SC, und aus CK in die Geschwindigkeit durch CK, ein Kleinstes seyn. Hieraus folgt wieder durch eben dieselbe Rechnung, daß sich die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels umgekehrt, wie die Geschwindigkeiten des Lichts in beyden Mitteln verhalten müssen. Auch hiebey ist, wie bey Descartes und Leibnitz, die Geschwindigkeit im dichtern Mittel größer, und unter allen aus den Zwecken der Natur geführten

Beweisen möchte dieser wohl der glücklichste seyn, obgleich sie alle nicht für physikalische Erklärungen gelten können, da sie nur den Endzweck, nicht die wirkende Ursache lehren, auch die Voraussetzung, auf die sie sich gründen, nicht anders, als durch die zu beweisenden Sätze selbst, bestätiget werden können.

Unter den mechanischen Erklärungen der Ursache der Brechung ist eine der ältesten diejenige, welche Hobbes, Barrow (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4), Dechales (Mundus mathematicus, Lugd. 1690. fol.) und Rizzetti (Catoptr. et Dioptr. elementa, Venet. 1728. 8.) angenommen haben, und deren Erfindung Montucla dem P. Maignan (Perspectiva horaria, Romae 1648. fol.) zuschreibt. Man nimmt an, daß das Licht aus mehrern an einander hängenden länglichen Theilen bestehe, welche sich immer parallel mit einander fortbewegen. Stößt nun der Lichtstral schief gegen eine brechende Fläche, wo er mehr Widerstand findet, so wird der Theil a (Taf. IV. Fig. 73.) eher anstoßen und Widerstand leiden, als der zugehörige Theil A. Jener wird daher mit verminderter Geschwindigkeit fortgehen, indem A noch seine vorige Geschwindigkeit behält. Da aber beyde zusammenhängen, so werden sie (etwa wie die Räder eines umgelenkten Wagens) concentrische Bogen a b und A B beschreiben, deren Längen sich, wie die Geschwindigkeiten in beyden Mitteln, verhalten, bis A ebenfalls die brechende Fläche in B erreicht, eine gleiche Geschwindigkeit mit a erhält, und beyde von B und b aus wieder parallel und geradlinigt fortgehen können. Man sieht aus der Figur, daß sich der Stral, wenn der Uebergang aus dem dünnern Mittel ins dichtere geschieht, wo a b kleiner, als A B ist, nach dem Einfallslothe zu, im entgegengesetzten Falle aber von demselben ablenken müsse. Allein, außer der willkührlich angenommenen Voraussetzung von der Beschaffenheit des Lichts, würde hieraus folgen, daß dichtere und stärker brechende Mittel dem Lichte mehr Widerstand entgegensetzten, und seine Geschwindigkeit verminderten, wovon sich eher das Gegentheil vermuthen läßt.

Eine andere aus den Gesetzen der Statik hergeleitete Erklärung hat Johann Bernoulli (Act. erud. Lipsiens. mens. Jan. 1701.) vorgetragen. Wenn zwo ungleiche Kräfte den Punkt C (Taf. IV. Fig. 72.) nach den Richtungen CS und CK so sollicitiren, daß daraus eine mittlere Richtung nach CH entsteht, so verhalten sich diese Kräfte, wie die Linien CO und CK, d. i. wie die Sinus der Winkel KCH und SCR. Dies ist aus der Lehre von Zusammensetzung der Kräfte leicht erweislich, oder es ist vielmehr der Hauptsatz dieser Lehre selbst. Allein die Anwendung hievon auf die Brechung, und die Vergleichung der Wege der Stralen SC und CK mit den Richtungen von Kräften ist allzudunkel, als daß sie Ueberzeugung gewähren könnte. Die Härte dieses Uebergangs aus der Statik in die Optik scheint Bernoulli selbst gefühlt zu haben; er setzt gleichsam zur Entschuldigung hinzu: Videtur enim natura, (si quis instinctus ei tribuendus) hoc ipso statico principio delectari, atque hanc viam ex mechanicis mutuari voluisse, ut per eam tanquam per facillimam ad scopum suum perveniret. Inzwischen ist diese Uebereinstimmung des Gesetzes der Brechung mit dem Gesetze des Gleichgewichts der Kräfte immer merkwürdig. Wenn man sich nemlich unter der Linie AB eine Stange, und an derselben einen Ring denkt, an welchem zwo ungleiche Kräfte ziehen, so wird sich der Ring nicht eher in Ruhe stellen, als bis er in C kömmt, wo sich die Sinus der Winkel SCR und HCK umgekehrt, wie die Kräfte, verhalten. Die Wege der Stralen bey der Brechung kommen alsdann mit den Richtungen der Kräfte, und die Dichtigkeiten der Mittel, nach Bernoulli, mit den Größen der Kräfte überein; allein diese Aehnlichkeit macht noch nicht deutlich, wie man aus dem einen Naturgesetze eine physikalische Demonstration des andern führen könne.

Den scharfsinnigsten mechanischen Beweis des Gesetzes der Brechung giebt Huygens (Traité de la lumiere, Leide. 1690. 4. c. 3.). Es hängt aber derselbe ganz von seiner Hypothese ab, daß das Licht aus wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen oder Wirbeln eines elastischen

Mittels bestehe. Dieser Idee gemäß geht das Licht jederzeit nach Linien fort, auf welchen die neben einander liegenden Reihen der einzelnen Schwingungen oder ihrer Mittelpunkte senkrecht stehen. Taf. IV. Fig. 73. werde der Fortgang des Lichtstrals durch die Linie Da, und eine Anzahl neben einander liegender Reihen von Schwingungen durch die Linien n n, m m, aA vorgestellt. Trift nun der Stral an der Fläche EB schief gegen ein Mittel, in welchem sich die Schwingungen langsamer fortpflanzen, so wird die Schwingung bey a zuerst gehindert, indem die nebenliegenden, z. B. A, noch ihre vorige Geschwindigkeit behalten. Die bey a geht nur um ab fort, indem die bey A nach AB fortgeht; ab und AB verhalten sich, wie die Geschwindigkeiten in beyden Mitteln. Dadurch wird die Richtung der Linien, in welchen die Schwingungen neben einander liegen, geändert. Vorher waren sie nn, mm, aA; jetzt werden sie bB, pp, qq. Der Lichtstral pflanzt sich also nunmehr nach der auf bB senkrechten Linie bq fort. Ofenbar verhalten sich hiebey die Sinus der Winkel AaB und ABb (welche dem Einfallswinkel und dem Brechungswinkel gleich sind), wie AB zu ab, oder wie die Geschwindigkeiten des Lichts in beyden Mitteln. Sie sind daher in einem beständigen Verhältnisse. Diesem an sich schönen Beweise steht jedoch das entgegen, daß er lediglich von Huygens sehr erkünstelter Hypothese abhängt, und daß ihm zufolge das Licht im Glase langsamer fortgehen müsse, als in der Luft, welches zwar noch nicht widerlegt, aber auch nicht wahrscheinlich ist.

Euler (Nova theoria lucis et colorum in Opusc. varii arg. Berol. 1746. 4.) hat in seine sinnreiche Theorie des Lichts auch diesen Beweis des Huygens wieder aufgenommen. Da er aber nicht, wie Huygens, seine Schwingungen aus einzelnen neben einander liegenden Wirbeln, wovon a und A die Mittelpunkte vorstellen, zusammensetzt, so sieht man bey ihm nicht so deutlich ein, aus welchem Grunde die Pulsus ihre vorige Linie aA jetzt in bB verändern sollen. Es bleibt immer noch die Frage übrig, warum nicht die Aethertheilchen a und A ihre schwingenden Be-

wegungen jedes für sich und unabhängig von einander, also in der vorigen Richtung, fortpflanzen können, worüber mir der Eulerische Vortrag keine befriedigende Antwort giebt.

Newton (Princip. L. I. prop. 94—96.) geht in dieser Materie auf eine Art zu Werke, die ganz seiner, des großen Geometers, würdig ist. Er beweiset zuerst, wenn zwey gleichartige Mittel durch einen mit parallelen Ebnen begrenzenten Raum getrennt seyen, und ein Körper beym Durchgange durch diesen Raum von beyden Mitteln angezogen, außerdem aber von keiner andern Kraft getrieben oder gehindert werde, auch die Anziehung in gleichen Entfernungen von jeder Ebne gleich sey, so werden sich die Sinus des Einfallswinkels in der einen und des Brechungswinkels beym Ausgange aus der andern Ebne in einem gegebnen Verhältnisse befinden. Er zeigt dies erst für den einfachen Fall, wo die Anziehung eine unveränderliche Größe, und der Weg des Körpers eine Parabel ist. Ist aber die Anziehung veränderlich, so lassen sich zwischen beyden Ebnen parallele Zwischenebnen gedenken, so viel man deren, und so nahe an einander man sie annehmen will, die also auch so nahe gedacht werden können, daß endlich zwischen jeden zwo nächsten die Anziehung unveränderlich zu setzen ist; woraus erhellet, daß der Satz, der für den Durchgang durch jeden einzelnen Zwischenraum gilt, auch für den Durchgang durch die Summe aller Zwischenräume gelte, nach was immer für einem Gesetze sie auch die Anziehung ändern und was für eine Curve auch der Weg seyn mag. Er beweiset ferner (prop. 95.), daß unter eben diesen Voraussetzungen die Geschwindigkeiten des Körpers vor dem Eintritt in den Zwischenraum und nach dem Austritt aus demselben sich umgekehrt wie die Sinus der gedachten Winkel verhalten müssen. Er zeigt endlich (prop. 96.), daß in dem Falle, wo die Geschwindigkeit vor dem Eintritte größer, als nach demselben ist, bey großen Einfallswinkeln der Körper die zweyte Ebne gar nicht erreiche, sondern nach dem Gesetz der Reflexion zurückgeworfen werde. Diesen Anziehungen nun, setzt er

hinzu, sey die Brechung des Lichts ziemlich ähnlich. Er beruft sich auf die Beugung der Lichtstralen (s. Beugung), wobey sich diejenigen Stralen krümmen, die am Rande eines Messers vorbeygehen; krümmen sich diese, sagt er, so müssen sich auch die, die das Messer selbst treffen, krümmen, noch ehe sie es erreichen; und eben so steht es mit den Lichtstralen, welche auf Glas fallen. Die Brechung geschieht also nicht im Einfallspunkte, sondern nach und nach durch eine stetige Krümmung der Stralen, die zum Theil in der Luft vorgeht, noch ehe sie das Glas erreichen, zum Theil vielleicht noch im Glase, nachdem sie schon in dasselbe eingetreten sind, fortdauert. Er behauptet übrigens blos, daß die Fortpflanzung des Lichts dem Fortgange der Körper ähnlich sey, ohne sich auf die Natur des Lichts einzulassen, de natura radiorum (utrum sint corpora nec ne) nihil omnino disputans, sed trajectorias corporum trajectoriis radiorum persimiles solummodo determinans.

Man hat sich also Newtons Grundsätzen gemäß das, was bey der Brechung vorgeht, so vorzustellen. Ein Lichtstral EF fällt, wie Taf. V. Fig. 74., schief auf Glas, das ihn stärker, als die Luft, anzieht. Sobald er an die Linie ab kömmt, bey der die Wirkung des Glases auf ihn anfängt, ändert diese seine Richtung, wie die Schwere die Richtung geworfener Körper ändert; er beschreibt eine krumme Linie, die gegen das Glas zu hohl ist. Selbst im Glase bleibt sein Weg FG noch so lange krummlinigt, bis er in G kömmt, wo die Wirkung des äußern Mittels auf ihn ganz aufhört, oder wo ihn blos Wirkungskreise des Glases von allen Seiten her umringen. Dann heben sich die Anziehungen von allen Seiten auf, und er geht nun nach der Tangente der beschriebenen krummen Linie FG geradlinigt fort, bis nach H, wo die Wirkungskreise des Glases von außen her aufhören, und Wirkungskreise der Luft an ihre Stelle treten. Hier wird er stärker nach der innern Seite, als nach der äußern gezogen, und beschreibt aufs neue eine krumme Linie, deren Beschaffenheit der Anblick der Figur deutlich darstellt. Ist bey der Annäherung

an die untere Glasfläche der Einfallswinkel x so groß, daß die krumme Linie schon mit der Glasfläche parallel wird, ehe der Stral noch diese Fläche erreicht, so geht das, was sonst Brechung war, jetzt ganz in Zurückwerfung über.

Hiebey stehen nun nach den angeführten Sätzen (Princip. L. I. prop. 94.) für eben dieselben Mittel, z. B. Luft und Glas, die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels stets in einerley Verhältnisse, und die Geschwindigkeiten in beyden Mitteln verhalten sich umgekehrt, wie diese Sinus. Clairaut (Mém. de Paris 1738.) hat für die kleinen Curven, welche der Stral bey der Brechung beschreibt, einen allgemeinen Ausdruck gesucht, der alle Fälle begreift, wo sich die Anziehung wie irgend eine Potenz der Entfernung verhält. Er findet aus demselben das Verhältniß der Sinus der Neigungswinkel des ersten und letzten Elements dieser Curven, und es zeigt sich, daß dieses Verhältniß nicht von der Größe des Einfallswinkels abhänge, sondern blos auf die Geschwindigkeit des einfallenden Strals, auf das Gesetz der Anziehung, und auf die Dichte der Mittel ankomme. Es ist daher entschieden, daß im System der Anziehung, ihr Gesetz sey auch welches es wolle, das Brechungsverhältniß des Lichts bey einerley Mitteln immer dasselbe bleibe.

Die Anziehung der Körper gegen das Licht ist, als Phänomen betrachtet, durch die Versuche über die Beugung der Lichtstralen, unläugbar erwiesen. Was sie sey, oder durch welchen Mechanismus sie bewirkt werde, ist hiebey nicht die Frage (s. Attraction). Auch ist ihre Stärke und ihr Gesetz unbekannt; wir können nur so viel behaupten, daß sie weit stärker als die Schwere seyn, und im umgekehrten Verhältnisse einer höhern, als der zweyten, Potenz der Entfernung stehen müsse. Dies vorausgesetzt, erklärt Newtons Theorie die Ursache und das Gesetz der Brechung so vollkommen, und stimmt mit der Erfahrung und in sich selbst so wohl überein, daß ihr nicht leicht ein Kenner der ächten Physik und Geometrie seinen Beyfall versagen wird.

Smith (Lehrbegr. der Optik S. 441.) bemerkt, daß alle Theorien, außer Newtons, annehmen, das Licht

leide bey der Brechung von den Körpern Widerstand *), welches nirgends erwiesen sey, und durch Bradley's Beobachtungen (s. Abirrung des Lichts) widerlegt werde, da die schnelle Bewegung der Erdatmosphäre den Weg der Lichtstralen keineswegs störe. Man kan noch hinzusetzen, daß Zurückwerfung und Brechung einerley Ursache haben (s. Zurückwerfung), und da bey der Zurückwerfung kein Widerstand mitwirkt, auch bey der Brechung keiner angenommen werden könne, daß überdies die Brechung des Lichts im dichtern Mittel auf den Perpendikel zu geht, da die Brechung fester Körper in widerstehenden Mitteln vom Perpendikel ab gerichtet ist.

Noch einige Erklärungen, z. B. Herigons, Gregory's, Mairans, Daniel Bernoullis, übergehe ich; auch giebt es vielleicht noch mehrere, die mir nicht bekannt geworden sind. Wenn man alle zusammen hält, so wird es Verwunderung erregen, daß einerley Folge aus so mancherley zum Theil ganz entgegengesetzten Gründen hat hergeleitet werden können. Es erklärt sich aber dieses daraus, daß das Gesetz eines beständigen Verhältnisses der oftgedachten Sinus sehr vielen Bedingungen zugleich Genüge thut. Unter diesen wählte man bald die eine, bald die andere zum Grunde des Beweises, und konnte aus allen das Verhältniß wieder folgern. Das heißt, man legte das schon in die Voraussetzungen, was man beweisen wollte. Die merklichste Verschiedenheit zwischen diesen Erklärungsarten äußert sich in Absicht auf den Widerstand der Körper und die Geschwindigkeit des Lichts. Fermat, Barrow und Bernoulli lassen das Licht im dichtern Mittel mehr Widerstand antreffen und langsamer gehen; Leibnitz läßt es bey stärkerm Widerstande dennoch geschwinder fortteilen; Descartes, ob er gleich sonst dem Lichte gar keine successive Fortpflanzung beylegt, redet hier doch von kürzerer

*) Doch sind hievon, wie mich däucht, noch Huygens und Eulers Theorien auszunehmen. Sie lassen zwar die Schwingungen im dichtern Mittel langsamer fortgehen, erklären dies aber doch nicht für eine Folge des stärkern Widerstands.

Zeit des Fortgangs und von geringerm Widerstande im dichtern Mittel. Newton, Huygens und Euler entfernen die Idee von Widerstand gänzlich; es läßt aber der erste die Bewegung im dichtern Mittel geschwinder, die beyden letztern lassen die Fortpflanzung der Schwingungen im dichtern und im weniger elastischen Mittel langsamer werden. Wäre es möglich, durch bestimmte Erfahrungen auszumachen, ob das Licht im Glase geschwinder oder langsamer fortgehe, als in der Luft, so würde sich hieraus zwischen Newtons und Eulers Theorien vom Lichte entscheiden lassen. Da die Brechung des Lichts der Brechung fester Körper in widerstehenden Mitteln (s. den vorhergehenden Artikel) der Richtung nach entgegengesetzt ist, so möchte sie wohl dieser letztern auch der Geschwindigkeit nach entgegengesetzt seyn; eine Vermuthung, die Newtons System begünstigt.

## Brechungsverhältnisse in verschiedenen Mitteln. Brechende Kraft.

Nach der Entdeckung des Gesetzes der Brechung war man bemüht, das Brechungsverhältniß in verschiednen Mitteln durch Versuche zu bestimmen. Boyle bemerkte dabey zuerst 1664, daß die Größe der Brechung sich nicht ganz nach der Dichte der brechenden Mittel richte, indem das Terpentinöl stärker breche, als das weit dichtere Salzwasser. Hawksbee untersuchte vermittelst eines Prisma die Brechung verschiedner Materien, und brachte seine Resultate in eine Tabelle, welche Priestley (Gesch. der Optik durch Klügel S. 129.) eingerückt hat. Nach diesen Versuchen wird in keiner flüßigen Materie das Licht so wenig, als im Wasser, gebrochen. Ueber die Brechung aus dem luftleeren Raume in Luft und Wasser stellten die Mitglieder der gelehrten Gesellschaften in England und Frankreich, vornehmlich Lowthorp und Cassini, seit 1698 Versuche mit Hülfe der Luftpumpe an, von welchen man, da die Boylische Leere nie vollkommen ist, keine genauen Resultate erwarten durfte.

Bey diesen Untersuchungen kam der Name brechende Kraft auf. Man hat mit diesem Worte mancherley Bedeutungen verbunden. Lowthorp z. B. giebt an, die Quadrate der brechenden Kräfte bey Glas und Wasser verhielten sich beynahe, wie die eigenthümlichen Schweren dieser Materien; ingleichen die brechenden Kräfte der Luft und des Wassers, wie 36 zu 34400. Hier scheint das Verhältniß der brechenden Kräfte für das Verhältniß der Winkel, welche der einfallende und gebrochne Stral beym Ausgange aus dem brechenden Mittel in die eine oder die andere Materie mit einander machen, oder auch der Sinus dieser Winkel, genommen zu seyn. Andere nehmen es in andern Bedeutungen. Am bestimmtesten hat Newton (Opt. L. II. P. 3. prop. 10.) den Begrif von brechender Kraft festgesetzt. Er sieht sie nemlich als die Kraft an, mit welcher das brechende Mittel den Stral nach der Richtung des Einfallsloths anzieht, und gleichförmig beschleuniget. Um ihr Verhältniß zu bestimmen, nimmt er an, ein Stral EC mache (Taf. IV. Fig 72.) mit der brechenden Fläche AB einen unendlich kleinen Winkel, daß also der Sinus des Einfallswinkels ECR = 1 sey. Er werde, wenn das Brechungsverhältniß m : n ist, nach CK gebrochen, so wird der Sinus von HCK $= \frac{n}{m}$, dessen Quadrat $= \frac{n^2}{m^2}$, und das Quadrat des Cosinus von HCK, d. i. des Sinus von DCK $= 1 - \frac{n^2}{m^2} = \frac{m^2 - n^2}{m^2}$ seyn, woraus das Quadrat der Tangente von DCK $= \frac{m^2 - n^2}{n^2}$ folgt. Es läßt sich aber die Geschwindigkeit durch CK in die zwo durch CD und DK zerlegen, deren erste der Stral schon hatte, ehe er auffiel, die letzte aber erst durch die brechende Kraft erhält. Beyde verhalten sich zu einander, wie der Sinustotus (oder 1) zur Tangente von DCK. Da sich nun gleichförmig-beschleunigende Kräfte, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten, die sie längst gleichen Räumen erzeugen, so wird

sich die brechende Kraft, nach diesem Begriffe (und wenn der Stral vor der Brechung in ebendemselben Mittel gegangen ist), wie das Quadrat der Tangente von DCK oder wie $\frac{m^2 - n^2}{n^2}$ verhalten. Setzt man z. B. das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas 3 : 2, aus Luft in Wasser 4 : 3, so findet man das Verhältniß der brechenden Kräfte des Glases und Wassers, wie $\frac{9-4}{4}$ zu $\frac{16-9}{9}$, d. i. wie $\frac{5}{4}$ zu $\frac{7}{9}$ oder wie 45 zu 28.

Diesen Grundsätzen gemäß theilt Newton folgende aus seinen Versuchen gezogne Tabelle mit.

| Brechende Mittel | Brechungsverhältniß | brechende Kraft K | Dichte D | $\frac{K}{D}$ |
|---|---|---|---|---|
| Luft - - | 3851 : 3850 | 0,00052 | 0,00125 | 0,3979 |
| Regenwasser | 529 : 396 | 0,7845 | 1,0000 | 0,7845 |
| Rectif. Weing. | 100 : 73 | 0,8765 | 0,866 | 1,0121 |
| Vitriolöl - | 10 : 7 | 1,041 | 1,7 | 0,6124 |
| Alaun - - | 35 : 24 | 1,1267 | 1,714 | 0,6570 |
| Borax - | 22 : 15 | 1,1511 | 1,714 | 0,6717 |
| Baumöl - | 22 : 15 | 1,1511 | 0,913 | 1,2607 |
| Terpentinöl - | 25 : 17 | 1,1626 | 0,874 | 1,3222 |
| Arab. Gummi | 31 : 21 | 1,179 | 1,375 | 0,8574 |
| Leinöl - - | 40 : 27 | 1,1948 | 0,932 | 1,2819 |
| Selenit - | 61 : 41 | 1,213 | 2,252 | 0,5386 |
| Kampher - | 3 : 2 | 1,25 | 0,996 | 1,2551 |
| Danz. Vitriol | 303 : 200 | 1,295 | 1,715 | 0,7551 |
| Salpeter - | 32 : 21 | 1,345 | 1,9 | 0,7079 |
| Steinsalz - | 17 : 11 | 1,388 | 2,143 | 0,6477 |
| Glas - - | 31 : 20 | 1,4025 | 2,58 | 0,5436 |
| Agtstein - | 14 : 9 | 1,42 | 1,04 | 1,3654 |
| Bergkrystall | 25 : 16 | 1,445 | 2,65 | 0,5450 |
| Unächter Topas | 23 : 14 | 1,699 | 4,27 | 0,3979 |
| Isl. Krystall | 5 : 3 | 1,778 | 2,72 | 0,6536 |
| Glas vom Spießglase - | 17 : 9 | 2,568 | 5,28 | 0,4864 |
| Diamant - | 100 : 41 | 4,949 | 3,4 | 1,4556 |

Die letzte Spalte dieser Tabelle enthält die Quotienten der brechenden Kraft durch die Dichte der brechenden Materie, oder die Exponenten des Verhältnisses zwischen beyden. Wäre die brechende Kraft der Dichte proportional, so müsten alle diese Zahlen gleich seyn. Wo sie merklich größer sind, als die übrigen, wie beym Diamant, Agtstein, Terpentinöl, Leinöl, Baumöl, Kampher, Weingeist, da ist die brechende Kraft in Vergleichung mit der Dichte stärker, als bey den übrigen Materien. Newton glaubt also aus diesen Versuchen das Resultat ziehen zu können, daß sich die brechenden Kräfte ganz nahe, wie die Dichten der Körper, verhalten, außer daß durch Ueberfluß brennbarer und öhlichter Theile die brechende Kraft verstärkt, durch Mangel derselben geschwächt werde.

Da das Licht aus mehreren Theilen besteht, welche eine verschiedene Brechbarkeit haben (s. Brechbarkeit, Farben), so ist noch zu bemerken, daß die Brechungsverhältnisse in obiger Tabelle für die mittlere Brechung gelten, wofür hier die des gelben Lichts angenommen ist.

Neuerlich haben mehrere Naturforscher die Brechungsverhältnisse in flüßigen Materien mit Hülfe zweener Glasmenisken, deren Zwischenraum mit Wasser, Weingeist, Oel rc. ausgefüllt wird, untersucht. Man findet aus der Brennweite solcher Gläser das Brechungsverhältniß der Materie, womit sie gefüllt sind, leicht. Euler (Mém. de Berlin 1762.) liefert Tabellen über solche Versuche, nach welchen unter den flüßigen Materien das Brechungsverhältniß für destillirtes Wasser das schwächste, das für Terpentinöl das stärkste ist. Brunnenwasser bricht stärker als destillirtes, und seine Brechung ist zwischen 1,336 : 1 und 1,337 : 1 enthalten. Salze im Wasser aufgelöset, vergrößern die Brechung. Er fand auch, daß ein erhitztes Glas stärker als ein kaltes, hingegen kochendes Wasser weniger, als kaltes, breche. Das letzte schien wenigstens im Meniskus statt zu finden, obgleich Euler selbst bemerkt, daß aus den Umständen des Versuchs nichts allgemeines folge.

Des Duc de Chaulnes sinnreiche Methode, Brechungsverhältnisse des Glases, durch Betrachtung von Gegenständen, die unter Glasplatten liegen, mit dem Mikroskop zu bestimmen, findet man in den Mém. de Berlin 1767. Er fand das Brechungsverhältniß

für Crownglas 1 : 0,665

für Flintglas 1 : 0,628.

Die Herren Cadet und Brisson haben mit einer hohlen Glaslinse Versuche über die brechende Kraft der Liquoren angestellt, deren Resultate in den Mém. de Paris 1774. beschrieben werden. Sie füllten die Linse mit verschiedenen durchsichtigen Liquoren, und maßen die Weite, in der sich das Bild eines 72 Schuh weit entfernten Gegenstands deutlich darstellte. Auch diesen Versuchen nach hat das destillirte Wasser die schwächste brechende Kraft, worauf die Auflösungen der Salze im Wasser und der Weingeist folgen; die Oele, und vornehmlich das Terpentinöl, brechen das Licht am stärksten.

## Brechung in ebnen Flächen.

Aus dem allgemeinen Gesetze der Brechung lassen sich leicht folgende Sätze herleiten.

1. Parallele Stralen, in einer Ebne gebrochen, bleiben parallel.

2. Aus einander gehende Stralen, in einer Ebne gebrochen, nähern sich mehr, oder divergiren weniger, wenn sie in ein dichteres Mittel treten; sie entfernen sich noch mehr von einander, wenn sie in ein dünneres treten.

3. Zusammenfahrende Stralen, in einer Ebne gebrochen, entfernen sich mehr, oder convergiren weniger, wenn sie in ein dichteres Mittel treten; hingegen convergiren sie stärker, wenn sie in ein dünneres Mittel übergehen.

4. Geht ein Lichtstral durch ein durchsichtiges Mittel, welches mit zwo parallelen Ebnen begrenzt ist, wieder in das vorige Mittel über, so ist seine Richtung nach dem Brechen der vor dem Brechen wieder parallel. Daher erscheinen Gegenstände durch eine ebne Glasplatte, z. B.

durch eine Fensterscheibe betrachtet, in ihrer natürlichen Größe und Gestalt, nur etwa um den dritten Theil der Glasdicke näher gerückt. Ist diese Dicke unbeträchtlich, so kan man ohne merklichen Fehler annehmen, der Lichtstral gehe ungebrochen hindurch.

5. Geht der Stral durch ein Mittel, welches zwo nicht parallele Ebnen begrenzen, z. B. durch ein gläsernes Prisma, so wird er beym Ausgange aus demselben eine andere Richtung als beym Eingange haben.

6. Geht ein Stral durch mehrere mit parallelen Ebnen einander berührende Mittel von verschiedener Dichte, so wird im letzten derselben die Brechung so groß seyn, als wenn der Stral unmittelbar aus dem ersten Mittel ins letzte übergegangen wäre.

Hieher gehört auch die Erklärung einiger sehr bekannten Phänomene der Brechung. Einem Auge außer dem Wasser erscheinen Gegenstände im Wasser allezeit höher, als sie wirklich liegen. Dem Auge in S (Taf. IV. Fig. 72.) würde der unter dem Wasser liegende Punkt K, weil der Weg des Strals KCS ist, nach der Linie SC, und also um O zu liegen scheinen. So scheint der Boden eines Gefäßes mit Wasser höher zu liegen und hohl; ein Geldstück auf dem Boden eines Gefäßes, das der Rand des Gefäßes verdeckt, wird sichtbar, wenn man Wasser darüber gießt; der Fisch im Wasser wird nicht an seinem wahren Orte, sondern höher nach der Oberfläche hin, gesehen; von einem schief ins Wasser gehaltnen Stabe erscheint jeder im Wasser befindliche Theil höher, als er wirklich liegt, und da dies den Theilen außer dem Wasser nicht wiederfährt, so scheint der Stab gebrochen u. s. w. Wie unbestimmt hiebey der eigentliche Ort des Bildes sey, s. bey dem Worte: Bild.

Von der Brechung in gekrümmten Flächen wird bey dem Worte: Linsengläser, und von der Brechung des Lichts beym Durchgange durch die Atmosphäre in dem Artikel: Stralenbrechung, astronomische, gehandlet werden.

Die Zerstreuung des gebrochnen Lichts in Farben ist der Gegenstand der Artikel: **Brechbarkeit, Farbenzerstreuung.**

Eine besondere Art der Brechung mit Verdoppelung des Bildes begleitet, wird bey dem Worte: **Krystall, isländischer,** vorkommen.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 86 u. f. S. 238 u. f.

*Montucla* Hist. des mathemat. To. II.

Smiths Lehrbegrif der Optik, durch Kästner, an mehreren Stellen.

*Brisson* Dict. de Phys. art. *Pouvoir refringent des liqueurs.*

**Brechungsebne,** Planum refractionis, *Plan de refraction.* Die ebne Fläche, welche bey der Brechung des Lichts durch den einfallenden Lichtstral und das Einfallsloth geht. In dieser Ebne bleibt auch der gebrochne Stral, s. **Brechung der Lichtstralen.** Dieser Umstand erleichtert die Zeichnung der zur Brechung gehörigen Figuren. Man zeichnet nemlich auf das Papier den einfallenden Stral und das Einfallsloth; so geht auch der gebrochne Stral in der Ebne des Papiers fort, welche hiebey die Brechungsebne vorstellt.

**Brechungssinus,** Sinus refractionis, *Sinus de refraction.* So nennt man bisweilen der Kürze halber den Sinus des Brechungswinkels KCH (Taf. IV. Fig. 72.), welcher bey der Brechung durch einerley Mittel mit dem Sinus des Einfallswinkels in einem beständigen Verhältnisse steht, s. **Brechung der Lichtstralen.**

**Brechungsverhältniß,** Ratio refractionis. Das Verhältniß der Sinus des Einfallswinkels und Brechungswinkels, welches, wenn die Brechung durch einerley Mittel geschieht, ein beständiges Verhältniß ist, s. **Brechung der Lichtstralen.**

**Brechungswinkel,** Angulus refractionis, *Angle de refraction.* Der Winkel KCH (Taf. IV. Fig. 72.), welchen bey der Brechung der Lichtstralen der gebrochne

Stral CK mit dem Einfallslothe CH macht. Viele Schriftsteller von Ansehen, z. B. Wolf, Kästner, Erxleben, nennen ihn den gebrochnen Winkel, und geben dagegen den Namen des Brechungswinkels dem Winkel OCK, welchen der gebrochne Stral CK mit der Verlängerung des einfallenden Strals CO macht. Es kömmt auf Benennungen nicht an, wenn gehörig erklärt wird, was man darunter verstehe. Ich habe hier diejenige gewählt, welche die Autorität der vornehmsten Schriftsteller in diesem Fache, Newtons (Opt. L. I. Def. 5.), Muschenbroeks, Priestley's, Smith's für sich hat, und von Herrn Kästner selbst im Smithschen Lehrbegrif beybehalten worden ist.

**Breite, der Gestirne,** Latitudo astrorum, *Latitude des astres.* (Taf. V. Fig. 75.) Der Abstand SL eines Gestirns S von der Ekliptik EC wird seine Breite genannt. Dieser Abstand wird durch den zwischen dem Gestirn und der Ekliptik enthaltenen Bogen SL eines auf der Ekliptik senkrecht stehenden grösten Kreises PSLp (s. Breitenkreis gemessen. Die Breite ist entweder nördlich oder südlich, je nachdem das Gestirn von der Ekliptik aus gerechnet nach ihrem Nordpole, oder nach ihrem Südpole zu liegt.

Gestirne, welche in der Ekliptik selbst liegen, haben gar keine Breite. So hat die Sonne, deren Mittelpunkt sich stets in der Ekliptik befindet, nie eine Breite. Die Planeten befinden sich stets nahe an der Ekliptik, haben also nur geringe Breiten; die Stellen, wo sie durch die Ekliptik hindurch aus der südlichen Hälfte in die nördliche, oder aus dieser in jene übergehen, heißen ihre Knoten.

Die Breite eines Gestirns kan nie über 90° betragen. Zählt man in einem Breitenkreise pLSP von der Ekliptik aus 90°, so kömmt man in einen Pol der Ekliptik, und für Gestirne, welche noch weiter hinaus lägen, würde die Breite auf der andern Seite der Kugel von dem Punkte l aus gerechnet werden müssen, und wiederum weniger als 90° betragen.

Die Breiten dienen nebst den Längen (s. Länge der Gestirne), die Stellen der Gestirne am Himmel genau zu bestimmen. Es war daher von jeher ein Hauptgeschäft der Sternkundigen, die Breiten der Fixsterne so genau als möglich zu finden, und in Verzeichnisse einzutragen, für die Planeten aber Tafeln zu verfertigen, vermittelst deren die Breite und Länge jedes Planeten für jede gegebne Zeit berechnet, d. i. sein jedesmaliger scheinbarer Ort gefunden werden könnte. Hiezu musten nun auch häufige Beobachtungen über die Breiten der Planeten gemacht werden. Die alten Astronomen suchten oft vermittelst metallener oder hölzerner Ringe, welche nach der jedesmaligen Lage der Ekliptik und der Breitenkreise gestellt werden, der Zodiakalarmillen, die Breiten unmittelbar zu beobachten. Diese Methode ist höchst unbequem und unsicher, da sich die Stellung der Ekliptik am Himmel mit jedem Augenblicke ändert. Daher werden in der neuern Astronomie nicht mehr die Breiten, sondern die geraden Aufsteigungen und Abweichungen (man sehe die zu diesen Worten gehörigen Artikel) beobachtet, aus welchen sich nachher die Breiten durch Auflösung eines Kugeldreyecks finden lassen.

Auf diese Art sind die Breiten der meisten Fixsterne gefunden und in die Verzeichnisse eingetragen worden, wovon der Artikel: Fixsternverzeichnisse, mehrere Nachricht geben wird.

Bey den Berechnungen der Breite der Planeten sind ihre heliocentrischen Breiten von den geocentrischen zu unterscheiden, wovon die Worte: Heliocentrisch, Geocentrisch, nachzusehen sind.

**Breite, geographische,** Latitudo geographica, *Latitude.* Der Abstand eines Orts auf der Erde vom Aequator, durch den zwischen dem Orte und dem Aequator enthaltenen Bogen eines Mittagskreises gemessen, s. Mittagskreis, auf der Erdkugel. Die geographische Breite ist nördlich oder südlich, je nachdem der Ort

vom Aequator der Erde aus gerechnet, nach dem Nordpole oder nach dem Südpole zu liegt.

Diese Breite ist das Maaß des Winkels, welchen die Scheitellinie des Orts mit der Ebne des Erdäquators macht. Nun trift die verlängerte Scheitellinie am Himmel das Zenith des Orts, die verlängerte Ebne des Erdäquators aber den Aequator der Himmelskugel. Mithin wird die Breite eines jeden Orts auch durch den Abstand des Aequators am Himmel von dem Zenith, oder durch das Complement der Aequatorhöhe ausgedrückt. Da nun das Complement der Aequatorhöhe die Polhöhe ist (s. Aequatorhöhe), so ist die Breite eines Orts seiner Polhöhe gleich. So ist die Breite von Leipzig = 51° 19′ 41″ nördlich, nach Heinsius Beobachtungen.

Orte, die im Aequator selbst liegen, haben gar keine Breite so wie sie keine Polhöhe haben, weil ihnen beyde Pole im Horizonte liegen. s. Sphäre. Auch kan die Breite eines Orts nie über 90° betragen, weil die Polhöhe nie über 90° steigen, d. h. weil der Pol höchstens nur im Zenith selbst liegen kan, wie in denen beyden Punkten, die sich in den Polen der Erdkugel selbst befinden.

Die Breiten dienen nebst den Längen (s. Länge, geographische), die wahren Stellen der Orte auf der Erdkugel und ihre Lagen gegen einander genau zu bestimmen. Auf diese Bestimmungen gründet sich also die ganze Geographie und die richtige Verzeichnung der Landkarten. Man ist hiebey mit Bestimmung der Breiten weiter als mit den Längen gekommen, weil die Beobachtungen der Polhöhen leichter und sicherer sind, als die von der Zeit und den Uhren abhängenden Bestimmungen der Längen. Schon die Alten hatten mehrere Methoden die Polhöhe zu messen, z. B. durch den Schatten der Mittagssonne am Tage der Nachtgleiche u. s. w. So zeichnet die zu des Ptolemäus Geographie gehörige Karte des Agathodämon die den Alten bekannte Erdfläche gegen Norden bis zum 64sten und gegen Süden bis zum 20sten Grade der Breite, wo bey jenem das hyperboreische Meer, bey

diesem **Cattigara** angegeben wird, welches leztere man nach der Beschreibung des Ptolemäus für Ponteamas in Indien erklärt. Diese alte Karte begreift also 84 Grade von Norden gegen Süden; von Abend gegen Morgen hingegen dehnt sie sich, wiewohl sehr unrichtig, auf 180 Grade aus. Sie bildet daher ein Rechteck, dessen eine Seite über doppelt so groß, als die andere ist. Dieser Umstand hat wahrscheinlich die in der Geographie eingeführten Namen **Länge** und **Breite** veranlasset da man gewöhnlich eines Rechtecks gröste und kleinere Seite seine Länge und Breite zu nennen pflegt.

Seitdem in neuern Zeiten die astronomischen Werkzeuge verbessert und die Beobachtungen vervielfältiget worden sind, hat man auch die Breiten mehrerer Orte mit größerer Zuverläßigkeit bestimmt, und nebst den Längen in Verzeichnisse einzutragen angefangen. Das vollständigste Verzeichniß dieser Art liefert die Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (Berlin 1776. III. B. 8.) im ersten Bande S. 43. u. f. Wie groß aber die noch übrigbleibende Ungewißheit sey, kan das Beyspiel Leipzigs lehren, dessen Breite (S. 54.) aus astronomischen Beobachtungen zwischen 51° 19′ 41″ und 51° 22′ 15″ angegeben wird. Man ist daher über den wahren Abstand Leipzigs vom Erdäquator und Nordpole noch um 2′ 34″, d. i. um mehr als eine halbe sächsische Meile, ungewiß. Für andere Orte ist oft die Ungewißheit noch größer. Ueberhaupt ist man, was die Bestimmung der Stellen betrift, mit den Sternen des Himmels weit eher und besser bekannt geworden, als mit den Wohnplätzen der Menschen, weil sich diese nicht so, wie jene, alle auf einmal aus einem Standpunkte übersehen lassen.

Von den Mitteln, die Breite oder Polhöhe eines Orts auf dem festen Lande und zur See zu finden, s. den Art. **Polhöhe**.

**Breitenkreis**, Circulus latitudinis, *Cercle de la latitude*. So heißt in der Sternkunde der gröste Kreis PSLplP (Taf. V. Fig. 75.), welcher durch ein Gestirn S

und die beyden Pole der Ekliptik P und p geht. Er steht auf der Ekliptik EC senkrecht, und sein zwischen der Ekliptik und dem Gestirn S enthaltener Bogen LS heißt die Breite des Gestirns, s. Breite der Gestirne.

**Brennbare Materien**, Entzündbare, entzündliche Körper, Corpora inflammabilia s. combustibilia, *Matières inflammables ou combustibles*. So heißen überhaupt alle einer Entzündung oder Verbrennung fähige Stoffe aus den drey Naturreichen. Im Thier- und Pflanzenreiche sind die wirklich entzündlichen Körper die Oele, Harze, Fettigkeiten, brennbaren Geister und Aetherarten, und wenn thierische Körper und Pflanzen durchs Feuer ohne Zutritt der Luft, d. i. durch die Destillation, zersetzt werden, so sind die einzigen brennbaren Materien, die man daraus erhält, die empyreumatischen Oele und Kohlen.

Bey der Abtheilung des Mineralreichs pflegt man die am Feuer leicht entzündlichen Fossilien, unter dem Namen der brennbaren Materiale oder der Inflammabilien, in eine eigne Hauptclasse zusammenzuordnen. Man zählt vier Arten derselben: den Schwefel, die Bergöle, Erdharze und Erdpeche. Schwefel heißt zwar überhaupt jede Verbindung des Phlogiston mit einer Säure; es wird aber hier insbesondere die Verbindung des Brennbaren mit der Vitriolsäure oder der gemeine gegrabne Schwefel verstanden, s. Schwefel. Die letztern drey Arten sind durch die in ihnen enthaltenen Oele entzündlich, s. Erdharze.

Den Grund der Entzündbarkeit suchen die Naturforscher in einem feinen Wesen, dem sie den Namen des Phlogiston oder des Brennbaren geben, wovon die Worte: Feuer, Phlogiston, Verbrennung, nachzusehen sind.

Brennbares, brennbarer Stoff, s. Phlogiston.

Brennbare Luft, s. Gas, brennbares.

**Brennglas**, Vitrum ustorium s. causticum, Lens caustica, *Verre ardent*. Ein erhabnes Linsenglas, welches

die auffallenden Sonnenstralen in einen engen Raum vereiniget, wo sie auf die Körper, wie das heftigste Feuer, wirken. Gemeiniglich bedient man sich dazu solcher Linsen, welche auf beyden Seiten erhaben sind, weil diese wegen ihrer kürzern Brennweite die Stralen am stärksten concentriren, s. Brennraum, obgleich das Planconvex und der Meniskus ebenfalls als Brenngläser wirken, s. Linsengläser.

Im Brennraume eines solchen Glases gerathen entzündbare feste Körper in Flamme, andere schmelzen, werden verkalcht und verglaset, und diese Wirkungen erfolgen desto heftiger und schneller, je größer die Oerfläche des Glases und je kleiner zugleich sein Brennraum ist. Flüssige Materien, z. B. Weingeist, hat man bisher durch Brenngläser noch nicht entzünden können; Zunder oder Schwamm zu entbrennen, sind schon die gemeinsten Glaslinsen vermögend; die Versuche mit größern Brenngläsern aber haben für die Physik und Chymie einen weit ausgebreitetern Nutzen.

Wenn die Brenngläser ihre gehörige Wirkung thun sollen, so müssen sie den Sonnenstralen senkrecht entgegengestellt werden. Man kan sich hievon versichern, wenn das im Brennraume entstehende Sonnenbild vollkommen kreisrund ist. Um die Wirkung noch mehr zu verstärken, setzt man zwischen das Brennglas und den Brennraum, noch ein zweytes Linsenglas von einer kürzern Brennweite mit dem ersten parallel, wodurch die schon convergirenden Sonnenstralen noch weit mehr zusammengelenkt und in einen viel engern Raum vereiniget werden. Man nennt diese zweyte Linse das Collectivglas; Tschirnhausen beschreibt diese Einrichtung (Acta erudit. Lipsiens. 1691. p. 520.).

Aus einer Stelle des Aristophanes (Nub. Act. II. Sc. 1.) schließt de la Hire (Mém. de Paris 1708.), daß der Gebrauch der Brenngläser schon in Athen bekannt gewesen sey. Strepsiades trägt daselbst ein neues Mittel vor, sich von seinen Schulden zu befreyen. Er wolle, sagt er, den schönen durchsichtigen Stein nehmen, mit dem

man Feuer anzünden könne, und damit an der Sonne die Rechnungen ausschmelzen, die man ihm zur Bezahlung vorlege. Sokrates belehrt ihn, es sey kein Stein, sondern Glas. Man sieht wohl, daß von einer Schrift auf Wachstafeln die Rede sey, wobey der Gebrauch eines Brennspiegels höchst unbequem wäre, da hingegen das Brennglas die Absicht leicht erfüllt. Der Scholiast setzt hinzu, es sey ein rundes dickes Glas gemeint, das besonders hiezu verfertigt, mit Oel gerieben, heiß gemacht werde, und eine angehaltene Lunte anzünde. So unvollkommen seine Begriffe hievon gewesen seyn mögen, so bezeichnet doch sein Ausdruck deutlich das erhabne Glas, nicht den hohlen Spiegel. Das Oel hat man vielleicht zur Glättung gebraucht. Vom Brennen gläserner und krystallener Kugeln redet auch Plinius (Hist. natur. L. XXXVI. 26. XXXVII. 2.), und Lactantius (de ira Dei) erwähnt, eine gläserne mit Wasser gefüllte Kugel zünde an der Sonne, auch in der grösten Kälte, Feuer an. Im mittlern Zeitalter müssen die Brenngläser bekannter geworden seyn, da die optischen Schriftsteller dieser Zeiten alle von ihnen reden, und die Erfindung der Brillen nothwendig auch auf ihren Gebrauch zum Brennen führen muste. Doch hat man sich noch bis in das vorige Jahrhundert zu größern Wirkungen vornehmlich der Brennspiegel bedient, weil sich so große und schwere Glasmassen, als zu Linsen von beträchtlicher Fläche nöthig sind, nur mit vielen Schwierigkeiten bearbeiten lassen.

Der Herr von Tschirnhausen, dem der Gebrauch der Gläser mehr zu versprechen schien, arbeitete zu Ende des vorigen Jahrhunderts diesen Schwierigkeiten mit unbeschreiblicher Anstrengung entgegen. Er legte mit vielen Kosten auf seinen in der Oberlausitz gelegenen Gütern eine Mühle zum Schleifen großer Brenngläser an, und brachte dadurch einige Linsen von beträchtlicher Größe zu Stande, deren Wirkungen er (Act. erud. Lips. 1691. p. 517. 1697. p. 414 sq.) ausführlich beschrieben hat. Man sagt, daß ihm überhaupt nur vier von diesen größern Gläsern beym Schleifen und Poliren ganz geblieben wären. Zwo davon

sind noch in Paris; das eine von 33 Zoll Durchmesser und 7 Schuh Brennweite dem Grafen de la Tour d'Auvergne, das andere von 33 Zoll Durchmesser und 12 Schuh Brennweite der Akademie der Wissenschaften zuständig. Das letztere ist 160 Pfund schwer *). Diese Tschirnhausenschen Brenngläser sind noch bis jetzt die grösten, die man je von massivem Glase gemacht hat; doch führt Hartsoeker (Recueil de plusieurs pieces de physique p. 137.) an, daß er auch ein Glas von 3 Schuh 5 Zoll Breite und 9 Schuh Brennweite zu Stande gebracht habe.

Die Wirkungen dieser Gläser sind denen des heftigsten Feuers gleich. Holz, selbst hartes, grünes und im Wasser erweichtes, wird im Augenblicke entzündet; Wasser in kleinen Gefäßen siedet sogleich; Metalle von verhältnißmäßiger Dicke schmelzen, sobald sie durchaus einen gewissen Grad von Hitze erreicht haben. Dachziegel, Schiefer, Bimstein, Talk rc. glühen augenblicklich und verglasen sich, so dick sie auch seyn mögen. Fichtenholz wird unter dem Wasser zu Kohle doch bleibt die Oberfläche, die das Wasser berührt, unverändert. Jedes Metall schmelzt auf einer ausgehöhlten Kohle, und alle, besonders Bley und Zinn, verfliegen in Rauch, wenn sie einige Zeit im Flusse erhalten werden. Holzasche, Kräuter, Papier und Leinwand verglasen sich augenblicklich. Am leichtesten verändert das Brennglas schwarze Substanzen, die im Flusse schwarz bleiben; schwerer die welche im Flusse ihre Farbe ändern; am schwersten die, welche im Flusse weiß bleiben, wie Kiesel, Kreide, Kalk u. dgl. Auf einer Porcellanplatte verglasen sich alle Metalle, und das Gold bekömmt dabey eine schöne Purpurfarbe. Der Salpeter verflüch-

*) Noch ein Tschirnhausensches Brennglas von 24 Leipz. Zoll Durchmesser und 6 Schuh Brennweite, das aber bey der Politur einen Sprung nahe über den Durchmesser hin bekommen hat, befindet sich auf der Rathsbibliothek zu Görlitz in der Oberlausitz. Mein Vater hatte es bey der Subhastation des Tschirnhausenschen Nachlasses im Jahre 1723 um den geringen Preiß von fünf Thalern erstanden. Da es gut zusammengesetzt ist, so hindert der Sprung die Wirkung wenig.

tiget sich in Dämpfen. Man kan sehr viel, z. B. vier Unzen Silber, im Brennpunkte schmelzen, wenn man anfänglich wenig hineinlegt, und das übrige nach und nach hinzuthut. Leichtflüßige Materien dienen andern zum Schmelzungsmittel. Auch strengflüßige schmelzen vermischt leichter, als einzeln. Alle Körper, nur die Metalle ausgenommen, verlieren im Feuer ihre Farbe. Manche Körper werden im Flusse durchsichtig und beym Erkalten undurchsichtig und milchweiß; andere, die im Flusse undurchsichtig waren, werden beym Erkalten durchsichtig. Man kan durch diese Gläser die Stralen des Mondes concentriren; allein sie verursachen nur Licht, nicht Wärme, so daß man selbst das Auge unbeschädigt in den Brennraum bringen kan. Dies ist die erste Reihe von Versuchen, welche Tschirnhausen selbst mit seinen Gläsern angestellt hat. Macquer spricht mit Bewunderung von denselben, nennt ihren Urheber einen vortreflichen und Wahrheit liebenden Beobachter, und berichtiget nur den einzigen Umstand, daß der ächte orientalische Rubin seine Farbe im Brennraume doch nicht verliere.

Um den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts ließ der Herzog von Orleans, damaliger Regent von Frankreich, unter andern das große jeßt der Akademie der Wisschenschaften gehörige Brennglas nach Frankreich bringen, und durch seinen Leibarzt, den berühmten Homberg, Versuche damit anstellen (Mém. de Paris 1702.). Diese betreffen vornehmlich das Gold und Silber. Das Gold schmelzt nach ihm sehr leicht. Genau in den Brennpunkt gehalten, fängt es an zu explodiren und kleine Tröpfchen von seiner Substanz bis acht Zoll weit von sich zu werfen, wobey die Oberfläche rauh und stachlicht (herissée), wie die grüne Schale einer Kastanie, wird. Hiebey verändert sich die Substanz des Goldes nicht. Man kan die abgesprungenen Goldkörner mit einem Papier auffassen; sie sind wahre Goldkügelchen, die sich wieder in eine einzige Masse zusammenschmelzen lassen. Ein wenig vom wahren Brennpunkte entfernt, explodirt das Gold nicht mehr, sondern wird in leichtes, zerbrechliches und dunkel durchsichtiges

Glas verwandlet. Noch weiter vom Brennpunkte entfernt, raucht es nur, und verliert sich sehr langsam. Diesen Rauch scheint Homberg für den mercurialischen Grundstoff des Goldes gehalten zu haben; Macquer hingegen erklärt ihn für eine Menge feiner sonst unveränderter Goldtheilchen, weil eine dagegen gehaltene kalte Silberplatte, als sie nachher polirt ward, durch diesen Dampf die schönste Vergoldung erhalten hatte. Die Erscheinungen des Silbers sind diesen ähnlich; nur raucht es stärker, geht schneller in Rauch auf, explodirt bey einer mindern Hitze, und verglaset sich auf eine andere Art, als das Gold. Macquer bemerkt, ihm habe das reine Silber den Wirkungen des Brennpunktes stets mehr, als das Gold, zu widerstehen geschienen: vielleicht liege der Unterschied an dem Mangel der völligen Reinigkeit des von Homberg gebrauchten Silbers, an der Weiße desselben, an der Helligkeit des Himmels, oder auch an der Veränderung, welche das Tschirnhausensche Brennglas seit seiner Verfertigung an der Politur erlitten habe. Homberg hat noch (Mém. d. P. 1706.) Versuche über das Eisen und einige Versetzungen desselben mit andern Metallen gemacht, und (Mém. d. P. 1707.) seine Beobachtungeu über die Verglasung des Goldes gegen Einwürfe vertheidiget.

Geoffroy (Mém. de Paris 1709.) dehnte diese Versuche auf das Eisen, Kupfer, Zinn, Bley, Quecksilber und die Kalke dieser Metalle aus. Sie wurden, wie sich leicht erwarten läßt, auf Unterlagen, die ihnen kein Brennbares mittheilen konnten, zum Theil in Dämpfe zerstreut, zum Theil verkalcht und verglaset, auf Kohlen aber im metallischen Zustande erhalten und die Kalke wieder hergestellt. Er scheint hiebey zuerst bemerkt zu haben, daß das für sich niedergeschlagene Quecksilber (Mercurius praecipitatus per se) ein wahrer Quecksilberkalk sey, und zieht aus allen diesen Versuchen die richtige Folge, daß die untersuchten Metalle aus Brennbarem (oder nach ihm aus einer ölichten Substanz) und einer verglasungsfähigen Erde bestehen.

Im Jahre 1772 erhielten die Herren Cadet, Brisson, Macquer und Lavoisier, zum Gebrauch bey einer

Reihe neuer Versuche beyde in Paris befindliche Gläser. Sie setzten die Versuche damit bis 1774 fort, da sie auf Kosten des Staatsraths Trudaine ein neues Brennglas von ungewöhnlich starker Wirkung durch Herrn Bernieres verfertigen ließen, weil die Masse des Tschirnhausenschen Glases noch allzuviel Blasen und Streifen hat.

Dieses Brennglas besteht aus zwoen nach einer Kugelfläche von 8 Schuh Halbmesser gekrümmten Gläsern, welche an einander gesetzt einen linsenförmigen Raum zwischen sich leer lassen, der 4 Schuh im Durchmesser hat, und in der Mitte 6 Zoll 5 Lin. dick ist. Die Gläser selbst sind noch 8 Lin. dick, daß also das Ganze im Mittelpunkte eine Dicke von 7 Zoll 9 Lin. erhält. Dieses Brennglas steht auf einem Gestell, wo es leicht horizontal gewendet, und anders gegen den Horizont geneigt, auch erhöhet werden kan, um stets der Bewegung der Sonne zu folgen. Der linsenförmige Raum, der ungefähr 140 pariser Pinten hält, ward anfänglich mit Weingeist, in der Folge aber mit Terpentinöl, welches eine viel stärkere brechende Kraft hat, angefüllet.

Wenn diese Linse mit Wachsleinwand bedeckt, und nur in der Mitte ein Kreis von 6 Zoll Durchmesser offen gelassen ward, so bildete sich 10 Schuh 11 Zoll 5 Lin. weit hinter dem Mittelpunkte ein wohlbegrenzter Brennraum von 14½ Lin. Durchmesser. Je mehr man den Durchmesser der Oefnung vergrößerte, desto näher rückte der Brennraum gegen die Linse hin, und desto undeutlicher wurden seine Grenzen. Wenn hingegen das Mittel bedeckt, und der Rand frey gelassen ward, so rückte der Brennraum desto näher an die Linse hin, je enger der am Rande offen gelassene Ring war. War die Linse, bis auf einen 6—7 Lin. breiten Ring am Rande ganz bedeckt, so fand man den Abstand des Brennraums 10 Schuh 0 Zoll 6 Linien, daß sich also die am Rande einfallenden Stralen um 10 Zoll 11 Lin. weiter vorwärts gegen das Glas zu vereinigen, als diejenigen, welche der Axe nahe sind. Die Versuche lehrten auch, daß jene eine stärkere Hitze erregten, als diese.

Wenn gar keine Bedeckung gebraucht ward, so fand sich der wirksamste Punkt des Brennraums 10 Schuh 10 Zoll 1 Lin weit vom Mittelpunkte der Linse.

Die Wirkungen dieser Glaslinse waren weit stärker, als die des Tschirnhausenschen der Akademie gehörigen Brennglases. Sie schmolz ohne Collectivglas in einer halben Minute kupferne Geldstücke, die jenes Brennglas in drey Minuten noch nicht in Fluß gebracht hatte. Mit einem Collectivglase von 8½ Zoll Durchmesser und 1 Schuh 10 Zoll 8 Lin. Brennweite gab sie einen Brennraum von 8 Lin. Durchmesser, in welchem Abgänge von geschmiedetem Eisen auf einer Kohle fast augenblicklich schmolzen, aufwalleten, und wie geschmolzener Salpeter verpuften, so daß die Funken, wie bey einem Feuerrade, herumsprühten. Das Eisen gab dabey einen brennenden Rauch von sich, der am untern Theile eine wahre Flamme war, und verwandlete sich zuletzt in eine schwarze verglasete Schlacke. Durch allmähliches Hinzuthun konnte man nach und nach in wenigen Minuten ziemliche Massen von Eisen in Fluß bringen. Platina in Körnern schmolz auf einer Kohle in eine einzige Masse, ohne jedoch recht flüßig zu werden und einen sphärischen Tropfen zu bilden. Sie ward nachher nicht mehr vom Magnet gezogen. Platina, vom Grafen von Sickingen gereiniget, rauchte heftig, nahm stark am Volumen ab, und vereinigte sich in eine Masse, ohne jedoch völlig in Fluß zu kommen.

Schon an dem Orte des Stralenkegels, wo das Collectivglas stand, war die Hitze so heftig, daß ein darüber gedecktes Bret oft anbrannte, obgleich der Kegel hier noch 8 Zoll breit war. Sonderbar schien es, daß dieses Bret an den Rändern des Stralenkreises stärker versengt ward, als in der Mitte. Dies beweiset nach Brisson, daß die von den Rändern der Linse kommenden Stralen mehr Hitze, als die in der Axe einfallenden, erregen. Wenn also bey Fernröhren die Stralen an der Axe die brauchbarsten sind, so sind es bey Brenngläsern die an den Rändern.

Diese Hitze verdarb verschiedene Collectivgläser. Glaslinsen mit Liqvoren gefüllt, zersprangen bald, wenn

man sie zu diesem Gebrauch anwenden wollte. In einer der Akademie gehörigen Glaslinse erzeugten sich so viele kleine Risse, daß ihre Durchsichtigkeit beträchtlich vermindert ward; diese Risse wurden aber nicht eher, als in der Hitze, merklich, und beym Erkalten bekam die Linse ihre Durchsichtigkeit wieder.

Die Reihe der mit diesem Brennglase angestellten Versuche erzählt Brisson (Mém. de Paris 1774.) und Macquer in den Artikeln seines chymischen Wörterbuchs, welche die dem Brennraume desselben ausgesetzten Substanzen betreffen. Beyde bemerken, daß bey diesen Versuchen sehr viel auf die Reinigkeit der Luft ankomme, und vielleicht in einem Jahre kaum 7 oder 8 Tage denselben völlig günstig sind. Homberg hatte schon bemerkt, daß die Wirkungen in der Kälte stärker, als im Sommer oder in der Wärme, sind; ein Kohlenfeuer zwischen der Linse und dem Brennraume verminderte auch die Stärke des letztern merklich, vermuthlich durch den aufsteigenden Dampf. Auch hängt sehr viel von den Unterlagen ab. Ausgehöhlte Kohlen unterhalten wegen ihrer Schwärze, geringen Masse, und, weil sie sich selbst entzünden, die heftigste Hitze. Kleine Schmelztigel oder Kapseln aus Sandstein, Thon, Porcellan dienen da, wo kein brennbarer Stoff zu dem Körper kommen soll. Durchsichtige Substanzen, z. B. Bergkrystall, lassen die Lichtstralen durch, und vermindern die Hitze.

Macquer glaubt bey diesen Versuchen unverkennbare Wirkungen eines Stoßes der Lichttheile gegen die Körper wahrgenommen zu haben. Er rechnet dahin die beständige Kreisbewegung der fließenden Goldkügelchen, wobey sich fremde auf der Oberfläche der Kügelchen liegende Körper nicht mit bewegten, sondern sich stets unterwärts hielten, und, wenn man sie nach der Sonne hin wendete, schnell nach ihrem gewöhnlichen Orte zurückgetrieben wurden; ferner die Zurücktreibung der verkalkten und verschlackten Theile gegen den Rand des Brennraums, und das Zerstäuben oder gleichsam Zerblasen feiner Pulver, z. B. des gepülverten Thons und Kohlengestiebes. Daß nach

Newton das Licht bey der Brechung, Zurückwerfung und Beugung die Körper nicht wirklich berühre, sey dagegen kein Einwurf; es könne ja seyn, daß überhaupt Vertreibung aus dem Orte und Mittheilung der Bewegung nicht unmittelbare Berührung, sondern nur gröste mögliche Annäherung erfordere.

Uebrigens vermag das Brennglas bey gleicher Oberfläche und Krümmung dennoch weniger, als der Brennspiegel, welcher mehr Licht zurückwirft, als das Glas durchläßt, eine kürzere Brennweite hat, und von der Farbenzerstreuung gänzlich frey ist. Dagegen ist das Brennglas, wegen der Lage seines Brennpunkts hinter dem Glase, für die Versuche weit bequemer, und es würden sich nie so weit fortgesetzte Reihen derselben, als die erwähnten, mit einem Brennspiegel anstellen lassen.

**Macquer** chym. Wörterbuch, Art. **Brennglas.**
*Brisson* Dict. raisonné de Phys. art. *Verre ardent.*

**Brennpunkt,** Focus, *Foyer.* In der Physik versteht man unter diesem Worte den Ort, in welchen die Brennspiegel und Brenngläser die auf sie fallenden Sonnenstralen vereinigen.

Es ist zuerst zu bemerken, daß hiebey nur von solchen Stralen die Rede seyn könne, welche aus einem Punkte, z. B. dem Mittelpunkte der Sonnenscheibe, ausgeflossen sind. Selbst die vollkommensten Brenngläser, bey welchen gar keine Abweichung statt fände, würden nur solche Stralen, die aus einem Punkte ausgegangen wären, wieder in einen Punkt vereinigen; die aus den nebenliegenden Punkten der Sonne ausgegangenen müssen sich wieder in nebenliegenden Punkten vereinigen; und so entsteht an dem Orte der Vereinigung ein deutliches Bild der Sonne, dessen Halbmesser so groß ist, als die Brennweite in die Tangente des scheinbaren Halbmessers der Sonne multiplicirt. Setzt man diesen Halbmesser 16 Min. und die Brennweite $= f$, so ist der Halbmesser dieses Bildes $= \frac{1}{215} f$. Wenn also von allen auffallenden Sonnenstralen die Rede ist, so werden diese, selbst von den voll-

kommensten Gläsern und Spiegeln, nicht in einem Punkte, sondern in dem Bilde der Sonne, d. i. in einem engen kreisförmigen Raume, vereiniget, der den 108ten Theil der Brennweite zum Durchmesser hat.

Unter den Worten: **Abweichung, dioptrische** und **katoptrische**, werden Ursachen angegeben, welche bey den gewöhnlichen sphärischen Brenngläsern und Brennspiegeln diesen Raum noch weit mehr ausdehnen, und selbst denjenigen Stralen, die aus einerley Punkte der Sonnenfläche kommen, nicht gestatten, sich in einem Punkte wieder zu vereinigen. Daher ist der Ort der Vereinigung nie ein Punkt, und sollte stets Brennraum, nie Brennpunkt, genannt werden. Man kan ihm nur in so fern den letztern Namen geben, als er sich wegen seiner geringen Größe ohne Fehler für einen Punkt annehmen läßt. Gewöhnlich nimmt man dafür den Punkt an, wo die zunächst an der Axe und parallel mit derselben einfallenden Stralen die Axe und also auch sich selbst durchschneiden.

Dies sind wirkliche Brennpunkte (foci physici s. actuales), in denen parallel einfallende Stralen wirklich vereiniget werden. Hohlgläser und erhabne Spigel zerstreuen die Stralen der Sonne so, als ob sie aus einem nahe vor dem Glase oder nahe hinter dem Spiegel liegenden Raume oder Punkte ausgegangen wären. Ein solcher Punkt heißt ein eingebildeter Brennpunkt oder Zerstreuungspunkt (focus geometricus s. virtualis). Die Stralen kommen in der That nicht in ihm zusammen, weil sie ihn nicht erreichen, sie nehmen aber ihre Wege so, als ob sie in ihm beysammen gewesen wären, s. **Zerstreuungspunkt**.

In der Geometrie werden den Kegelschnitten Brennpunkte zugeschrieben. Sie sind Punkte ihrer Axen, die so liegen, daß Stralen, aus dem einen kommend oder nach ihm gehend, und von der krummen Linie nach dem Gesetze der Reflexion zurückgeworfen, den andern zum Brennpunkte oder zum Zerstreuungspunkte haben würden. Die Parabel hat nur einen Brennpunkt, weil der zweyte unendlich weit hinaus fällt, d. i. sie vereinigt durch die Zu-

rückwerfung Stralen, welche parallel mit der Axe auf sie fallen, genau in einen Punkt. Die Ellipse hat deren zwo, und bringt Stralen, die aus dem einen kommen, in den andern zusammen. Die Geometrie hat also diese Benennungen aus der Optik entlehnt.

Demnach müssen Hohlspiegel, welche die mit ihrer Axe parallel einfallenden Stralen genau in einen Punkt vereinigen sollen, eine parabolische Krümmung haben, s. Parabolische Spiegel. Descartes (Dioptr. c. 8.) und Newton (Princip. L. I. prop. 97. 98.) haben untersucht, was für Krümmungen brechende Flächen bekommen müssen, um eine ähnliche Wirkung zu thun. Sie finden, daß es elliptische und hyperbolische Krümmungen sind. Es gehört aber für Stralen aus Punkten außer der Axe, und für jedes andere Brechungsverhältniß, also für jede Art von Farbenstralen, eine andere Krümmung, und man hat daher die Versuche, elliptische und hyperbolische Gläser zu schleifen, längst aufgegeben.

**Brennraum**, Focus, *Foyer*. Aus mehreren im vorigen Artikel angegebenen Ursachen vereinigen sphärische Brennspiegel und Brenngläser die Sonnenstralen nicht in einen einzigen Punkt, daher der Ort, den man insgemein den Brennpunkt nennt, weit richtiger den Namen des Brennraums führet.

Es ist dies ein körperlicher Raum, dessen mit der Sehne des Spiegels oder Glases parallele Durchschnitte Kreise sind, und Bilder der Sonne darstellen. Die krummen Linien, die ihn begrenzen, betrachtet die höhere Geometrie unter dem Namen der Brennlinien (lineae causticae). Es giebt in dem Brennraume Stellen, in welchen sich mehr Lichtstralen, als in den übrigen, durchkreuzen, in denen also die Hitze am stärksten ist. Die Erfahrung zeigt diese Stellen bald. Sie liegen beym sphärischen Brennspiegel da, wo sich die beyden Zweige seiner Brennlinie vereinigen; beym Brennglase in der Gegend der Vereinigungspunkte der gelben und grünen Stralen. Brisson bemerkt, daß in einiger Entfernung vom Brenn-

punkte die Hitze am Rande des Brennraums stärker als in der Mitte desselben sey, s. den Art. Brennglas.

Ueber die Dichte des Lichts im Brennraume eines Spiegels hat der Marquis von Courtivron (Mém. de Paris 1747.) tiefe mathematische Untersuchungen angestellt. Herr Klügel (in Priestleys Gesch. der Optik. S. 104.) theilt, diese Dichte zu finden, folgende Regel mit: „Man dividire das Quadrat der Chorde des Spiegels mit „dem Quadrate des 54sten Theils der Brennweite, der „Quotient mit 4 multiplicirt, giebt an, wie vielmal das „Licht im Brennraume dichter ist, als das einfache Son„nenlicht.“ So würde es in einem Brennspiegel von 3 Fuß Chorde und 3 Fuß Brennweite, 11664mal dichter seyn.

Die Richtigkeit dieser Regel läßt sich durch folgende Schlüsse übersehen. Das einfache Sonnenlicht, welches vorher über die ganze Spiegelfläche verbreitet war, wird jetzt in das kleine Sonnenbild, d. i. in einen Kreis vom Halbmesser $\frac{1}{216}$ f (wenn f die Brennweite ist), zusammengedrängt, s. Brennpunkt. Seine vorige Dichte verhält sich also zu seiner jetzigen, wie der Kreis vom Durchmesser $\frac{1}{108}$ f, zur Spiegelfläche, welche, in so fern sie das Sonnenlicht auffaßt, als ein Kreis anzusehen ist, der die Chorde D zum Durchmesser hat. Da sich nun Kreise, wie die Quadrate ihrer Durchmesser verhalten, so ist das obige Verhältniß $(\frac{1}{108} f)^2 : D^2 = (\frac{1}{54} f)^2 : 4D^2$, also das Licht im Brennraume $\frac{4D^2}{(\frac{1}{54} f)^2}$ mals dichter, als einfaches Sonnenlicht. Eben diese Schlüsse gelten auch für Brenngläser, wenn man die Abweichungen bey Seite setzt, und für D den Durchmesser des Glases oder seiner Oefnung annimmt. Völlig wahr aber sind sie nur für parabolische Spiegel, bey welchen gar keine Abweichungen vorkommen.

Man kan hieraus leicht übersehen, daß die Wirkung desto größer ist, je größer die Flächen der Spiegel und Gläser und je kleiner die Quadrate ihrer Brennweiten sind, daß also bey gleicher Krümmung und Fläche der Spiegel etwa 4mal stärker wirkt, als das auf beyden Seiten er-

habne Brennglas, weil er eine nur halb so große Brennweite hat.

**Brennspiegel,** Speculum ustorium s. causticum, *Miroir ardent.* Ein Spiegel, welcher das auf ihn fallende Sonnenlicht in einen engen Raum vereiniget, wo es auf die Körper, wie ein heftiges Feuer, wirkt.

Hohlspiegel vereinigen die mit ihrer Axe parallel einfallenden Sonnenstralen in enge Räume. Der parabolisch gekrümmte Hohlspiegel vereiniget Stralen, die aus sehr entlegenen Punkten der Axe kommen, genau in seinem Brennpunkte, s. Parabolische Spiegel; der gewöhnliche sphärische Hohlspiegel bringt sie nur nahe um den Punkt der Axe zusammen, welcher vom Spiegel um den vierten Theil des Durchmessers seiner Sphäricität entfernt ist, s. Hohlspiegel. Da die Sonnenscheibe eine merkliche Größe hat, und die Axe des Spiegels nur gegen einen Punkt derselben gerichtet seyn kan, so kan nie ein Spiegel alle Sonnenstralen in einen Punkt zusammenbringen; sie werden nur in einem engen Raume vereiniget, s. Brennraum.

Es giebt noch mehrere Gestalten von Spiegeln, die man zum Brennen nützen kan, z. B. die Gestalt einer Zone der innern Fläche eines hohlen gleichseitigen Kegels (s. Widder de peculiari speculorum causticorum genere, in Actis Acad. Theod. Palatinae, Vol. IV. Phys. p. 385.). Lambert (Mém. de Berlin 1770. p. 51.) hat mit einem solchen Kegel gezündet. Selbst mehrere Planspiegel lassen sich so vereinigen, daß sie wie Brennspiegel wirken.

Wenn ein Brennspiegel die gehörige Wirkung thun soll, so muß seine Axe genau gegen den Mittelpunkt der Sonnenscheibe gekehrt werden; ein Kennzeichen hievon ist, wenn das im Brennraume mit einer auf der Axe des Spiegels lothrechten Ebne aufgefangene Licht eine völlig kreisrunde Scheibe bildet. Alsdann steht der Brennraum in gerader Linie zwischen der Sonne und dem Spiegel. Diese Lage des Brennraums macht die Versuche mit dem Brennspiegel unbequemer, als die mit dem Brennglase,

obgleich sonst der Spiegel bey gleicher Fläche und Krümmung etwa viermal stärker, als das Brennglas, wirkt.

Die zündende Kraft der Hohlspiegel ist den Alten unläugbar bekannt gewesen. Es wird derselben in der dem Euklides zugeschriebnen Katoptrik (prop. 31.) gedacht, wo aber der Brennpunkt sehr unrichtig in den Mittelpunkt der Kugelfläche des Spiegels gesetzt wird. Nach Plutarchs Bericht im Numa haben die Vestalinnen das heilige Feuer mit Scaphiis entzündet. Vielleicht waren dies hohle Stücken gleichseitiger Kegel.

Die gemeine Sage, daß Archimedes bey der Belagerung von Syrakus die Schiffe des Marcellus durch Brennspiegel in Brand gesteckt habe, wird durch das Stillschweigen des Polybius, Livius und Plutarch verdächtig. Galenus (de temperam. III. 2.), der älteste Schriftsteller, der dieser Verbrennung gedenkt, sagt, sie sey durch Feuerkugeln oder dergleichen διὰ τῶν πυρίων geschehen. Erst Zonaras und Tzetzes, Schriftsteller des zwölften Jahrhunderts, erzählen das Wunder mit den Brennspiegeln, wobey sich der letztere auf viele ältere Schriftsteller, z. B. den Diodor aus Sicilien, Dio Cassius, Hero, Philo ꝛc. beruft, deren hieher gehörige Bücher theils verlohren sind, theils nichts hievon enthalten. Unmöglich kan auch die Sache durch einen Hohlspiegel bewirkt worden seyn, bey welchem die Brennweite viel zu kurz, und die Stellung des Brennpunkts zwischen der Sonne und dem Spiegel zu einer Unternehmung dieser Art völlig ungeschickt ist. Porta glaubte zwar alles dadurch erklären zu können, daß Archimed sich eines zweyten parabolischen Spiegels bedient habe, um die im Brennpunkte des ersten vereinigten Stralen parallel auf eine große Weite fortzusenden: allein dieser Gedanke ist nicht wohl überlegt; nur Stralen aus einem einzigen Punkte der Sonne könnte man durch dieses Mittel parallel fortsenden, diese würden aber für die verlangte Wirkung viel zu schwach seyn.

Zonaras erwähnt einer ähnlichen Geschichte vom Jahre 514 n. C. G., da Proklus die Flotte des Vitalianus vor Constantinopel durch Brennspiegel entzündet ha-

den soll. Der P. Kircher (Ars magna lucis et umbrae, Rom. 1646. p. 888. Tab. XXXI.) nahm sich vor, die Möglichkeit solcher Wirkungen durch Versuche zu prüfen. Er kam auf die Gedanken, daß man den Zweck durch eine Menge Planspiegel erreichen könne. In der That scheint die Stelle des Tzetzes anzuzeigen, daß Archimed mehrere kleine viereckigte Spiegel mit Charnieren (γύγγλιμοις) zu Hülfe genommen haben soll, und Vitellio (Opt. L. V. prop. 65.) führt schon an, man könne mit 24 Planspiegeln zünden, wie Anthemius behaupte, dessen hieher gehöriges Fragment aus den Paradoxis machinationibus Dupuy 1777 herausgegeben hat. Kircher verband 5 Planspiegel so, daß sie die Stralen auf einen einzigen über 100 Fuß entfernten Ort warfen, und brachte eine große Hitze dadurch hervor. Er glaubte bey seiner Gegenwart in Syrakus mit dem P. Schott schließen zu dürfen, Archimed habe sich der römischen Flotte bis auf 30 Schritte nähern können, und so sey es möglich gewesen, sie durch Planspiegel zu entzünden.

In neuern Zeiten ist der Graf Büffon auf eben diesen Gedanken, durch Planspiegel zu zünden, gefallen (Mém. de Paris 1747. 1748.). Er verband zuerst 168, 6 Zoll hohe und 8 Zoll breite, Glasspiegel. Mit 40 solchen Spiegeln zündete er in der Entfernung von 66 Fuß ein getheertes büchenes Bret; mit 128 Spiegeln, in der Entfernung von 150 Fuß, ein getheertes tannenes Bret fast augenblicklich; in 20 Fuß Entfernung ward mit 45 Spiegeln Zinn, und mit 117 Silber geschmolzen und Eisen glühend gemacht. In der Folge hat er Holz auf 200 Fuß entzündet, Zinn auf 150, Bley auf 130, Silber auf 60 Fuß geschmolzen, und überdies die Bequemlichkeit erreicht, daß der Brennraum nicht zwischen den Spiegeln und der Sonne steht, sondern auch von oben herab gezündet werden kan.

Dies beweiset allerdings die Möglichkeit, mit Planspiegeln das zu bewirken, was dem Archimed zugeschrieben wird. Gegen die historische Wahrscheinlichkeit der Sache aber bleiben außer den schon erwähnten Einwendungen

noch die Fragen übrig: ob sich Archimed auf Anstalten würde verlassen haben, die eine Wolke vereiteln konnte, ob die Richtung der Spiegel, zu der Büffon eine halbe Stunde brauchte, den Römern nicht Zeit verstattet hätte, das Schif von der gefährlichen Stelle wegzuführen (s. Kästner Ansgr. der Katoptrik. §. 46.) u. s. w. Montucla glaubt, die Verbrennung sey durch eingeworfenes Feuer geschehen, und weil Archimed von Brennspiegeln geschrieben haben soll, so sey aus beyden Umständen ein Mährchen zusammengesetzt worden. Uebrigens ist eine Schrift von Brennspiegeln unter Archimedes Namen aus dem Arabischen herausgekommen, die aber nicht für ächt erkannt wird.

Im vorigen Jahrhunderte haben sich verschiedene praktische Optiker durch Verfertigung großer sphärischer Brennspiegel hervorgethan. Maginus, Professor der Mathematik zu Bologna, verfertigte Spiegel, die zum Theil $3\frac{2}{3}$ par. Fuß Brennweite hatten. Septala, Canonikus zu Mayland, brachte einen von $3\frac{1}{2}$ Fuß Breite und 15 Schritt Brennweite zu Stande (Kircher ars magna, p. 383.), und war Willens, einen von 7 Fuß Durchmesser zu verfertigen (Philos. Trans. no. 6 u. 40.). Alle andere aber übertraf hierinn ein Künstler zu Lyon, Vilette. Einer seiner Spiegel, der nur 30 Zoll Breite und 3 Schuh Brennweite hatte ((Phil. Trans. 1665.), gab einen Brennraum von der Größe eines damaligen halben Louisd'or, schmolz in wenig Secunden die schwerflüßigsten Metalle, und verglasete eben so bald Schmelztigel und andere Erden und Steine, auf welche das gewöhnliche Feuer nicht wirkt. Dieser Spiegel ward von Ludwig XIV. gekauft, und befindet sich noch im königlichen Cabinet zu Paris. Ein anderer von 44 Zoll im Durchmesser, welchen der Landgraf von Hessen kaufte, steht in dem Museum zu Cassel. Noch einen andern hat der König von Persien durch Tavernier bekommen.

Einen weit bessern Brennspiegel verfertigte Herr von Tschirnhausen um das Jahr 1687 (Acta erudit. Lips. 1687. p. 52.). Dieser befindet sich gegenwärtig in dem churfürstlichen mathematischen Salon zu Dresden. Er

hat drey Leipziger Ellen im Durchmesser und zwo Ellen Brennweite, und ist nicht, wie die Villettischen, aus einer Composition von Metallen gegossen, sondern aus einer zween Messerrücken dicken Kupferplatte geschlagen, und also in Verhältniß mit seiner Größe sehr leicht und ungemein wohl polirt. Dieser Spiegel zündete Holz mit einer Flamme, die ein starker Wind nicht auszulöschen vermochte, kochte und verdünstete Wasser in einem irdenen Gefäß, schmolz drey Zoll dickes Zinn und Bley in 2 — 3 Minuten, durchlöcherte eiserne und küpferne Bleche, auch einen sächsischen harten Thaler in 5 — 6 Minuten, verglasete Scherben, Ziegel, Knochen und Erden u. s. w. Mit eben diesem Spiegel verdichtete Herr von Tschirnhausen das Mondenlicht, fand aber dabey keine merkliche Verstärkung der Wärme.

Alle bisher angeführte Brennspiegel waren von polirtem Metall. Man kan sie, da es auf die Materie gar nicht ankömmt, auch von Glas, Holz, Pappe u. dgl. verfertigen. Ein Linsenglas, auf der erhabnen Seite belegt, giebt einen Brennspiegel *). Gärtner, ein geschickter Künstler in Dresden, machte Brennspiegel von Holz, welche nach Wolf (Nützl. Versuche, Th. II. S. 408.) an Wirkung den Tschirnhausenschen gleich gekommen seyn sollen. Vermuthlich waren sie mit einem Kreidengrunde überzogen und vergoldet. Zahn (Ocul. Artificialis, p. 634.) erzählt, Naumann, ein Ingenieur zu Wien, habe mit einem Brennspiegel von Pappe mit Stroh belegt (ex duriori charta et stramine eidem agglutinato) Metalle geschmolzen. Eine Anweisung, Brennspiegel von Pappe zu verfertigen, giebt Krünitz (Oekonomische Encyclop. Th. 6. S. 622.) bey dem Worte: Brennspiegel. Noch leichter kan man aus kleinen Stücken von planen Glasspiegeln, die man in die Höhlung eines hölzernen Kugelsegments ein-

*) Mein Vater erhielt im Jahre 1743 eine im Tschirnhausenschen Nachlasse befindlich gewesene Glaslinse von achtzehn Leipz. Zoll Durchmesser. Er ließ sie belegen, und so gab sie einen schönen Brennspiegel von 30 Leipz. Zoll Brennweite, welcher sich noch auf der Rathsbibliothek zu Görlitz befindet.

setzt, einen Brennspiegel von starker Wirkung erhalten. Der Graf v. Büffon (Mém. de Paris 1754.) schnitt aus Spiegelgläsern kreisrunde Stücken, befestigte sie am Rande, und brachte mit Hülfe einer Schraube einen starken Druck gegen ihren Mittelpunkt an. So gelang es ihm, ihnen eine Krümmung zu geben, bey der sie, nachher belegt, sehr gute Brennspiegel abgaben. Er überreichte dem Könige einen hievon, welcher bey 3 Schuh Durchmesser gleiche Wirkung mit den Villettischen und Tschirnhausenschen that. Auch Zeiher (Nov. Comm. Petrop. Vol. VII. p. 237.) setzte, um wohlfeile Brennspiegel zu liefern, ein Instrument aus mehreren Hohlspiegeln zusammen, die er aus ebnen Glasplatten bereitete, welche, heiß gemacht und auf metallne Schüsseln gelegt, die Gestalt der Schüsseln annahmen.

Herr le Febure in Bonn hat vor wenigen Jahren sphärische Brennspiegel von 5 Schuh Durchmesser und 5½ Schuh Brennweite aus der zu Teleskopspiegeln gewöhnlichen Composition gegossen, deren jeder etwa 5 Centner wiegt. Ihr Brennraum hat die Größe einer Pistolenkugel, und er versichert, keinen Körper gefunden zu haben, der der Wirkung desselben länger als eine Minute widerstanden hätte.

Von den Bemühungen verschiedener Künstler, den Brennspiegeln eine parabolische Gestalt zu geben, wird man bey dem Worte: Parabolische Spiegel, mehrere Nachricht finden.

*Montucla* hist. des mathemat. To. I. p. 245. sq. To. II. p. 610. sq.

Priestley Gesch. der Optik durch Klügel, an mehrern Stellen.

**Brennweite,** Distantia foci s. focalis, *Distance du foyer.* Der Abstand des Brennpunkts vom Mittelpunkte eines Brennglases oder Brennspiegels.

Wenn man die Abweichungen wegen der Gestalt und Farbenzerstreuung bey Seite setzt, so ist der Mittelpunkt des alsdann entstehenden deutlichen Sonnenbilds, d. i. der Punkt, in welchem die mit der Axe des Glases oder Spie-

gels parallel einfallenden Sonnenstralen vereiniget werden, für den Brennpunkt anzunehmen, und man kan alsdann aus den gegebnen Krümmungen der Gläser oder Spiegel ihre Brennweiten durch die bloße Theorie bestimmen.

Für erhabne sphärische Gläser ist alsdann die Brennweite f (wenn der Halbmesser der einen Fläche $= r$, der Halbmesser der andern $= \rho$ heißt) $= \frac{2r\rho}{r+\rho}$, das ist, die Brennweite ist dem doppelten Producte beyder Halbmesser, dividirt durch ihre Summe, gleich, s. Linsengläser. Sind hiebey beyde Halbmesser gleich, so wird $f = r$, oder die Brennweite einem solchen Halbmesser gleich. Für ein Planconvex, wo der eine Halbmesser $\rho$ unendlich groß wird, erhält man aus der Formel $f = 2r$, oder die Brennweite dem Durchmesser der krummen Fläche gleich. Für den Meniskus, wo der Halbmesser der hohlen Fläche $\rho$ negativ und größer als r ist, giebt die Formel $f = \frac{2r\rho}{\rho - r}$, das ist, die Brennweite gleich dem doppelten Producte beyder Halbmesser, durch ihren Unterschied dividirt.

Die Regeln für die erhabne Linse von gleichen Halbmessern beyder Flächen und für das Planconvex hat schon Kepler (Dioptr. prop. 35. 39.) aus seinem nur noch unvollkommen entdeckten Gesetze der Stralenbrechung hergeleitet. Die Brennweite der Linsen von ungleichen Krümmungen konnte er noch nicht bestimmen; er giebt nur an (prop. 38.), sie sey kleiner, als 3 r und als $2\rho$, wenn r der Vorderfläche, $\rho$ der Hinterfläche zugehöre. Nach Montucla soll Cavalleri die genauere Bestimmung hievon zuerst gegeben haben.

Durch die Erfahrung bestimmt man die Brennweite sphärischer Gläser, indem man sucht, in welcher Entfernung hinter dem Glase sich deutliche Bilder sehr entlegner (eigentlich unendlich entfernter) Gegenstände entwerfen. Man kan diese Bilder mit einem Papiere auffangen, welches hinter dem Glase so gehalten wird, daß es lothrecht

auf des Glases Axe steht. Sind die Gegenstände, deren man sich hiezu bedient, nicht weit entlegen, so findet man nicht die Brennweite f, sondern die Weite des Vereinigungspunkts der vom Gegenstande kommenden Stralen. Diese heiße $\varphi$, und die Entfernung des Gegenstands vom Glase sey $= b$. Alsdann ist $\varphi = \frac{bf}{b-f}$, s. Linsengläser, woraus $f = \frac{b\varphi}{b+\varphi}$ folgt, d. ist: man dividire das Product aus der Entfernung des Gegenstandes in die gefundene Weite des deutlichen Bildes, durch die Summe beyder Größen, der Quotient giebt die Brennweite des Glases. Z. B. 8 Zoll weit hinter einem Linsenglase bilde sich ein 10 Schuh oder 120 Zoll entferntes Fenster deutlich ab, so ist die Brennweite des Glases $= \frac{8 \cdot 120}{128} = 7\frac{1}{2}$ Zoll.

Bey diesen Formeln ist die Dicke der Gläser als unbeträchtlich angenommen. Sie passen daher nicht auf die Kugel. Der Kugel Brennweite vom Ende der Kugel, nicht vom Mittelpunkte, aus gerechnet, ist dem vierten Theile des Durchmessers gleich, wie man am leichtesten durch Zeichnung findet.

Man pflegt auch den Hohlgläsern eine Brennweite zuzuschreiben, ob sie gleich die Stralen nicht sammlen, sondern zerstreuen. Es wird aber hierunter der Abstand ihres Zerstreuungspunkts oder eingebildeten Brennpunkts (foci geometrici) von der Mitte des Glases verstanden. Diese Brennweite, oder besser Zerstreuungsweite der Hohlgläser läst sich, als eine negative Brennweite betrachtet, ebenfalls durch die obigen Formeln finden, wenn r und $\rho$ negativ gesetzt werden. Sind z. B. die Halbmesser beyder Flächen ungleich, so wird $f = \frac{2r\rho}{-r-\rho}$, d. i. $-f = \frac{2r\rho}{r+\rho}$ seyn. Also gelten alle angegebne Regeln auch für die Brennweiten der Hohlgläser, nur daß die Zerstreuungspunkte vor das Glas, nicht hinter dasselbe fallen.

Zieht man die Abweichungen wegen der Gestalt und wegen der Farbenzerstreuung in Betrachtung, so giebt die gefundene Brennweite nur den Vereinigungspunkt derjenigen Sonnenstralen, welche zunächst um die Axe einfallen, und selbst nur derjenigen Theile dieser Stralen, deren Brechungsverhältniß aus Luft in Glas das in den Formeln angenommene 3 zu 2 ist. Die weiter von der Axe ab gegen den Rand zu einfallenden Stralen erreichen nach der Brechung die Axe in Punkten, welche näher gegen das Glas zu liegen. Auch sieht man in dem Art. Brechbarkeit, daß kein Farbenstral genau in dem Verhältnisse 3 zu 2 gebrochen werde. Doch nähert sich die Brechung des rothen Lichts (77 : 50) diesem Verhältnisse (75 : 50) unter allen am meisten. Daher vereinigen sich eigentlich alle um die Axe einfallenden Farbenstralen schon vor dem berechneten Brennpunkte, und der Vereinigungspunkt des rothen Lichts liegt demselben am nächsten. Doch kan die Beschaffenheit der Luft und des Glases hierinn merkliche Aenderungen machen.

Der parabolischen Hohlspiegel Brennweite ist dem vierten Theile von dem Parameter der parabolischen Krümmung des Spiegels gleich, s. Parabolische Spiegel.

Die Brennweite der sphärischen Hohlspiegel beträgt, wenn man die Abweichung wegen der Gestalt bey Seite setzt, den vierten Theil vom Durchmesser der Sphäricität, s. Hohlspiegel. Das heißt, Stralen, welche nahe bey der Axe und parallel mit derselben einfallen, vereinigen sich in dieser Weite wiederum mit der Axe. Diesen Satz hat Porta (De refractione p. 39.) zuerst angegeben. Die weiter von der Axe gegen den Rand zu einfallenden Stralen treffen andere Stellen der Axe, welche näher gegen den Spiegel zu liegen. Die Reihe der Punkte, in welchen sich die neben einander einfallenden Stralen, ehe sie noch zur Axe gelangen, kreuzen, bildet die Brennlinie, eine Curve, welche ihren Scheitel im Brennpunkte hat, und von welcher der Wiederschein eines Ringes, den die Sonne

oder ein Licht erleuchtet, einigermaßen als eine Abbildung angesehen werden kan.

**Brillen**, Perspicilla, *Lunettes, Besicles*. Erhaben geschliffene Gläser, deren sich die Weitsichtigen oder Presbyten bedienen, um nahe Gegenstände deutlich zu sehen.

Der Fehler weitsichtiger Augen oder die Presbyopie besteht darinn, daß in Vergleichung mit der allzuschwachen Brechung durch die Krystallinse die Markhaut nicht entfernt genug liegt, um die Bilder naher Gegenstände aufzunehmen. Die Punkte naher Gegenstände nemlich senden auf den Augenstern Stralen, welche stark divergiren, deren Vereinigungspunkt also weit hinter der Krystallinse liegt, daher sie die allzunahe Markhaut erreichen, noch ehe sie sich vereiniget haben, s. Auge. Erhabne Gläser vermindern diese Divergenz der Stralen, daher wird das Vorhalten einer Brille die Vereinigungspunkte der Stralen von nahen Punkten weiter vorwärts und der Markhaut des Presbyten näher bringen, und ihm also das deutliche Sehen naher Gegenstände erleichtern.

Ein erhabnes Glas, dessen Brennweite $= f$ ist, bringt Stralen aus einem um die Weite b entlegnen Punkte in der Vereinigungsweite $\frac{bf}{b-f}$ zusammen, s. Linsengläser. Nun sey die Weite, auf welche das bloße Auge eines Presbyten deutlich sieht (distantia visionis distinctae), $= d$, so bedarf er eines Glases, das, von nahen Gegenständen um die Weite b abgehalten, ihm die Stralen so ins Auge bringe, als ob sie aus der Weite d kämen, d. i. eines Glases, dessen vorwärts liegende oder negative Vereinigungsweite $= d$ ist. Für ein solches Glas muß demnach $\frac{-bf}{b-f} = d$ seyn, woraus $f = \frac{bd}{d-b}$ folgt; oder der Presbyt muß Brillengläser gebrauchen, deren Brennweite gleich ist dem Producte der Weite des deutlichen Sehens in die Weite des Gegenstands

vom Glase, dividirt durch den Unterschied beyder Weiten.

Wünscht z. B. jemand, der auf 24 Zoll weit deutlich sieht, etwas in der Entfernung von 8 Zoll deutlich zu sehen, so wird das dazu nöthige Brillenglas $\frac{24.8}{24-8} = 12$ Zoll Brennweite haben müssen. Für ein Auge, das in die grösten Entfernungen deutlich sähe, ließe sich d unendlich groß setzen, und die obige Formel verwandlete sich in $f = b$. Ein solches Auge würde durch jedes erhabne Glas das deutlich sehen, was in des Glases Brennraume liegt.

Diesem Auge vergrößert das Brillenglas eigentlich die Gegenstände nicht; es zeigt sie unter eben dem Winkel, unter welchem sie dem bloßen Auge in der Entfernnng f oder b erscheinen würden. Der Unterschied ist nur dieser, daß der Presbyt die Sache vom bloßen Auge weiter entfernen müste, wobey sie ihm freylich wegen des weitern Wegrückens kleiner erscheinen würde. Ein Brillenglas von 4 Zoll Brennweite scheint die Buchstaben zu vergrößern; allein nur darum, weil es dieselben so zeigt, wie sie das bloße Auge in einer Entfernung von 4 Zoll auch sehen würde. Man betrachtet sie aber gewöhnlich in 8 Zoll Entfernung, wo sie etwa nur halb so groß scheinen, und urtheilt daher, daß die Brille sie doppelt so groß darstelle. Nimmt man inzwischen Vergrößerung für das Verhältniß der durch die Brille erscheinenden Größe zu der dem bloßen Auge in der Weite des deutlichen Sehens erscheinenden Größe, so kan man sagen, daß das Brillenglas den Gegenstand $\frac{d}{b}$ mal, oder, was eben so viel ist, $\frac{f}{f-b}$ mal vergrößert. Die Weite des deutlichen Sehens ist bey den Presbyten gewöhnlich 1, 2, 3 Schuh und wenig drüber. Für Gegenstände also, die man in der Weite von 8 Zoll betrachten will, werden Brillengläser von 24, 12, $10\frac{2}{7}$ Zoll Brennweite erfordert, deren Vergrößerung, in dem angegebnen Sinne des Worts, $1\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$ fach ist.

Die Entfernung des Brillenglases vom Auge ändert hierinn nichts; nur übersieht man desto mehr vom Gegenstande, je näher das Glas dem Auge steht.

Conservations- oder Präservationsbrillen werden diejenigen genannt, die eine sehr große Brennweite, z. B. 30 — 50 Zoll haben. Man macht sie insgemein von grünem Glas, und wenn sie alsdann zur Erhaltung des Gesichts dienlich sind, so geschieht dies durch die grüne Farbe, die den allzustarken Eindruck des Lichts verhindert.

Die Brillen tragen so viel zur Erleichterung der Beschwerden des Alters bey, daß man sie mit Recht zu den nützlichsten und wohlthätigsten Erfindungen der Menschen zählt. Die Griechen und Römer kannten sie nicht; Seneka (Quaest. nat. L. I. cap. 6.) führt zwar an, daß eine mit Wasser angefüllte Glaskugel die Buchstaben vergrößere; er setzt aber die Ursache hinzu: quia acies nostra in humido labitur, nec apprehendere, quod vult, fideliter potest — ein Ausdruck, der die damalige Unwissenheit über die Theorie der Brechung und die wenige Bekanntschaft mit der Sache selbst deutlich genug an den Tag legt. Man findet auch nirgends, daß dergleichen Kugeln zu Erleichterung des Sehens gebraucht worden wären.

Erst im zwölften Jahrhundert nach C. G. findet man in der Optik des Arabers Alhazen (L. VII. theor. 118.) eine deutlichere Meldung davon, daß eine Sache an die Ebne des größern Segments einer Glaskugel gehalten, vergrößert erscheine. Roger Bacon, der um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts lebte, redet in seinem Opus majus ziemlich weitläuftig davon, daß der kleinere Abschnitt einer Kugel von Glas (d. i. eine planconvexe Linse) auf Buchstaben gelegt, dieselben deutlicher und größer mache; allein seine Erklärungen davon beruhen auf scholastischen Distinctionen und schwankenden Vorstellungen. Man findet die ganze Stelle im Smith (Lehrbegr. d. Opt. durch Kästner, S. 378.), wo zugleich aus Bacons Fehlschlüssen sehr wahrscheinlich gemacht wird, daß er nicht nach Versuchen geschrieben habe.

Diese Stellen des Alhazen und Bacon haben vielleicht zur Erfindung der Brillen Anlaß geben können, wozu von Bacons kleinem Kugelsegment nur noch der leichte Schritt übrig war, das Glas nicht auf den Gegenstand aufzulegen, sondern ein wenig von demselben zu entfernen und näher an das Auge zu halten. Diese Erfindung ist mit dem Anfange des vierzehnten Jahrhunderts, oder doch nicht lange vorher, bekannt geworden. Smith (a. a. O. S. 377.) führt darüber einige unwidersprechliche Zeugnisse an, durch welche die Zeit der Entdeckung der Brillen (occhiali) zwischen 1280 und 1311 festgesetzt wird. In der Kirche Maria maggiore zu Florenz (s. Volkmanns Nachrichten von Italien, B. I. S. 542.) befand sich sonst eine Grabschrift eines florentinischen Edelmanns, Salvino degli Armati, welcher 1317 gestorben war, worinn derselbe Inventore degli occhiali genannt wird. Und Redi führt beym Spon (Recherches curieuses d'antiquité, diss. 10.) aus einer Chronik in der Bibliothek der Predigermönche von St. Catharina zu Pisa folgende Stelle an: Frater *Alexander de Sina* ocularia ab aliquo *primo* facta, et communicare nolente ipse fecit et communicavit corde hilari et volente. Dieser gute Mönch aus Pisa starb daselbst 1313. Auch gedenkt das Wörterbuch der Akademie della Crusca beym Worte: Occhiale, daß der Bruder Jordan de Rivalto in Pisa, in einer 1305 veranstalteten Sammlung von Predigten anführe, es sey noch nicht zwanzig Jahr, daß man die vortrefliche Erfindung der Brillen gemacht habe. Alle diese Zeugnisse und noch mehrere stimmen in Absicht auf Zeit und Ort so wohl überein, daß man kaum daran zweifeln kan, diese nützliche Erfindung sey um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts aus Italien gekommen.

Smith vollst. Lehrbegrif der Optik durch Kästner, S. 376 u. f.

**Brunnen**, Fontes, *Fontaines*. Anhäufungen des Wassers in der Erde. Sie entstehen entweder von Natur so, daß das aus ihnen hervorquellende oder ablaufende Wasser den Bächen und Flüssen ihren Ursprung giebt,

wovon bey dem Worte: Quellen, umständlicher gehandlet wird, oder sie werden durch die Kunst veranlasset. Wenn man nemlich an einem Orte in der Erde eine Grube macht, so sammlet sich das Wasser aus den benachbarten Stellen darinn an, und die nahen Quellen ziehen sich dahin. Diese heißen gegrabene Brunnen. Man kan sie überall anlegen, nur erfordern sie in hohen trocknen Gegenden eine größere Tiefe. Bisweilen findet man schon in einer Tiefe von 5—6 Fuß Wasser, an andern Orten muß man wohl 200—300 Fuß darnach graben.

Oft werden auch die künstlichen Veranstaltungen, durch welche man das Wasser in die Höhe zu springen nöthiget, Brunnen genannt, z.B. der Heronsbrunnen, Zauberbrunnen. Hievon s. den Artikel: Springbrunnen.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 693.

## C.

**Calcination, Calciniren,** s. Verkalkung.

**Calender,** s. Kalender.

*Camera obscura,* s. Zimmer, verfinstertes.

**Cardinalpunkte, Hauptgegenden der Welt,** Puncta cardinalia, cardines mundi, *Points cardinaux.* So heißen die vier Punkte des Horizonts, in deren zweenen er vom Mittagskreise, in den zween übrigen vom Aequator durchschnitten wird. Die beyden ersten führen die Namen des Mitternachts- und Mittagspunkts, die leztern des Morgen- und Abendpunkts, s. den Art. Weltgegenden.

**Cartesianische Männchen oder Täucher, Cartesianische Teufel,** Diaboli Carteſiani, *Diables Carteſiens* ou *Plongeurs de Descartes.* Dies sind kleine gläserne Puppen, inwendig hohl, und mit einer zarten Oefnung versehen. Man kan auch massive gläserne oder metallne Puppen an eine hohle Glaskugel, die eine kleine Oefnung hat, befestigen. Die Höhlung muß so groß seyn,

daß das Ganze etwas weniges leichter, als ein gleich großes Volumen Wasser, wird, und also auf dem Wasser schwimmet. Man verschließt diese Puppen in eine ganz mit Wasser gefüllte Flasche oder Röhre mit einem engen Halse, der mit einer Blase fest zugebunden wird, wie Taf. V. Fig. 76. Drückt man nun mit dem Finger auf die Blase, so wird dieser Druck das Wasser im Gefäß, welches nirgend ausweichen kan, durch die kleine Oefnung in die Höhlung der Puppe hineintreiben, und die in derselben befindliche Luft zusammendrücken. Dadurch wird die ganze Puppe schwerer, als vorher, ohne doch ihr Volumen zu ändern; d. i. sie wird specifisch schwerer, und sinkt nun im Wasser zu Boden. Hört man auf zu drücken, so dehnt sich die in der Puppe oder Kugel befindliche Luft wieder aus, treibt das überflüßige Wasser heraus, und die in ihren vorigen Zustand zurückkehrende Puppe wird wiederum specifisch leichter, als das Wasser, und steigt daher wieder in die Höhe. Die Puppen scheinen also dem Befehle desjenigen zu gehorchen, der die Flasche in der Hand hält, den Daumen auf die Blase setzt, und das Drücken und Nachlassen geschickt zu verbergen weiß. Man sieht leicht, daß dieser Versuch unter den Händen eines Charlatans die Verwunderung der Unwissenden erregen könne.

Cartesianische Wirbel, s. Wirbel.

Cassegrainsches Teleskop, s. Spiegelteleskop.

Castor und Pollux, s. Wetterlicht.

Catakustik, s. Katakustik.

Catadioptrische Werkzeuge, s. Spiegelmikroskop, Spiegelteleskop.

Cataphonik, s. Kataphonik.

Cataracte, s. Kataracte.

Caussticität, s. Kausticität.

**Cementation**, Cementatio, *Cémentation*. So nennt man in der Chymie das Glühen der Körper in verschloßnen Gefäßen, wenn sie dabey mit einem Pulver oder Teige, dem Cementpulver oder Cemente, umringt

werden, welches in ihnen eine zweckmäßige Veränderung hervorbringt.

Diese Cementation bewirkt sehr große und sonst schwer zu erhaltende Veränderungen und Verbindungen der Körper, weil die wirksamen Theile des Cements hiebey auf dem trocknen Wege in Dämpfe verwandlet, und durch die Hitze und das Einschließen noch wirksamer gemacht werden. Die Einschließung geschieht in Schmelztiegeln, Retorten oder eignen Cementirbüchsen.

Man kan zu Erreichung verschiedener Absichten allerhand Arten von Cementpulvern machen. Die vornehmsten sind das Goldcementpulver zur Scheidung des Silbers vom Golde durch die Cementation oder concentrirte Scheidung; das zu Verwandlung des Eisens in Stahl, und das zu Verwandlung des Kupfers in Messing.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Cementation.

**Cementwasser**, Aquae cementatoriae, *Eaux cémentatoires*. Kupferhaltige Wasser, die sich gemeininiglich in den Kupferbergwerken, z. B. in Ungarn bey Neusol und Schmolnitz, in der Nachbarschaft der Kupferkiese finden. Das Kupfer ist darinn vermittelst der Vitriolsäure aufgelöset.

Diese Wasser haben eine Eigenschaft, welche von Unwissenden für einen Beweis der Verwandlung oder Veredelung der Metalle gehalten werden könnte. Wenn man nemlich ein Stück Eisen in dieselben legt, so verwandlet sich dasselbe nach einiger Zeit in ein Stück Kupfer von derselben Gestalt und Größe. Es ist aber dieses Phänomen nichts anders, als ein Niederschlag des Kupfers. Die Vitriolsäure, welche vom Eisen stärker angezogen wird, verläßt das in ihr aufgelösete Kupfer und greift dagegen das Eisen an; auf diese Art kömmt an die Stelle jedes aufgelösten Eisentheilchens ein niedergeschlagnes Kupfertheilchen, und das eingelegte Eisen wird, wenn es einige Dicke hat, nur auf der Oberfläche mit Kupfer überzogen. Man leitet dieses Wasser in Graben oder Canäle, worein altes Eisen geworfen wird, und erhält daraus das soge-

nannte Cementkupfer (Cuprum praecipitatum). Das Schmolnitzer Cementwasser führt so viel Kupfervitriol, daß die Operation daselbst gewöhnlich aller drey Wochen vollendet ist. Aus dem Neusoler Cementwasser erhielt man im Jahre 1707 acht und achtzig Centner Kupfer; nach einer seitdem entstandnen Ueberschwemmung erhält man zwar mehr, aber geringhaltigeres Wasser, so daß das jährliche Cementkupfer kaum an 20 Centner reicht (Philos. Trans. n. 450.). Man findet dergleichen Cementwasser auch auf dem Rammelsberge bey Goslar, auf dem Zwitterstockwerke zum Altenberg im sächsischen Erzgebirge, zu Falun in Schweden, in Norwegen, England, Irland und andern Orten mehr. Das Cementkupfer schlägt sich auch auf Erde, Stein und Holz nieder, ja es erzeugt sich bisweilen ohne Unterlage, und ist dann zum Theil figurirt, doch ohne beständige und ordentliche Gestalt.

Henkel, der diese Phänomene kannte und richtig erklärte, leitet in seiner Kieshistorie die Entstehung der Cementwasser aus der Auflösung der Kupferkiese in dem unterirdischen Wasser her. Man bereitet auch künstliche Cementwasser, und braucht sie mit Vortheil zur Gewinnung des Kupfers aus Erzen, die zu arm sind, um auf dem gewöhnlichen Wege mit Vortheil behandlet zu werden.

**Centralbewegung,** Motus centralis, *Mouvement central.* Wenn ein bewegter Körper während seiner Bewegung durch irgend eine Kraft immer nach einem gewissen unveränderlichen Punkte hingetrieben wird, der außerhalb der Richtung seiner Bewegung liegt, so muß er dem gemäß, was bey den Worten: Bewegung, krummlinigte, ungleichförmig-beschleunigte, zusammengesetzte, erinnert worden ist, einen krummlinigten Weg nehmen. So nimmt ein im Kreise geschleuderter Stein seinen kreisförmigen Weg dadurch, daß ihn die Kraft der Hand in allen Stellen seines Weges gegen den Mittelpunkt ziehet; der Mond beschreibt seine Bahn um die Erde dadurch, daß er durch die Gravitation gegen die Erde, welche nie mit der Richtung seiner Bewegung eine gerade Linie macht,

überall von seinem vorigen Wege abgelenkt und etwas mehr nach der Erde zu getrieben wird. Ohne die Kraft der Hand würde der geschleuderte Stein nach der Tangente des Kreises, und ohne die Gravitation der Mond nach der Tangente seiner Bahn, vermöge der Trägheit, geradlinigt davonfliehen. In solchen Fällen nun heißt der Punkt, nach welchem der Körper stets gezogen oder getrieben wird, der **Mittelpunkt der Kräfte** (centrum virium), die Kraft, welche ihn dahin treibt, die **Centripetalkraft**, diejenige, mit welcher er sich in einer auf die Bahn senkrechten Richtung vom Mittelpunkte der Krümmung zu entfernen sucht, die **Centrifugalkraft** oder **Schwungkraft**, s. Centralkräfte; die Bewegung selbst eine **Centralbewegung**.

Ein Körper befinde sich in A (Taf. V. Fig. 77.), und sey im nächstvorhergehenden Zeittheilchen durch ZA gegangen. Seiner Trägheit halber würde er diese Bewegung behalten und im nächsten gleichen Zeittheile geradlinigt durch Ab = ZA fortgehen, wenn ihn nicht eine nach dem Mittelpunkte der Kräfte C gerichtete Kraft von dieser Bewegung abzöge. Gesetzt, diese Kraft nach AC sey so stark, daß sie allein ihn in eben dem Zeittheile durch Ac führen würde, so geht der Körper vermöge des Grundsatzes der zusammengesetzten Bewegung (s. Bewegung, zusammengesetzte) durch AB, die Diagonale des Parallelogramms AbBc. Im zweyten folgenden Zeittheile würde er der Trägheit halber durch Bd = AB fortgehen, wenn ihn nicht die Kraft nach C aufs neue ablenkte. Sie sey hier so stark, daß sie ihn in eben dem Zeittheile durch Be zu führen vermöge, so wird er durch BD, die Diagonale des Parallelogramms BdDe, gehen. So wird sein wahrer Weg, durch ZABD ausgedrückt, unserer Figur nach, wo wir die Ablenkungen blos in den Punkten A. B. betrachtet haben, ein Theil des Umfangs von einem Vielecke; in der That aber, wenn die Kraft nach C stetig, d. i. ununterbrochen wirkt, also nicht blos in A und B, sondern in allen Punkten des Weges ablenkt, eine gegen C hohle krumme Linie seyn. Alle aus der Figur gezognen Schlüsse aber werden sich richtig auf die krummlinigte Be-

wegung anwenden lassen, wenn die Räume ZA, AB, BD, so wie die Zeittheile, in denen sie beschrieben sind, unendlich klein angenommen werden.

Die Drenecke ZCA und ACb sind einander gleich (sie haben nemlich gleiche Grundlinien ZA = Ab, und beyde das Perpendikel von C auf Zb zur Höhe); eben so auch die Drenecke ACb und ACB (welche die gemeinschaftliche Grundlinie AC haben, und zwischen den Parallellinien AC und bB liegen); folglich sind auch die Drenecke ZCA und ACB gleich. Eben so läst sich erweisen, daß ACB = BCD (beydes nemlich = BCD) sey. Nennt man die Linie aus dem Mittelpunkte der Kräfte in den bewegten Körper, wie CZ, CA, CB, CD den **Radius vector**, so folgt aus dem vorigen, daß bey jeder Centralbewegung dieser Radius vector in gleichen unendlich kleinen Zeittheilchen gleiche Flächenräume durchläuft. Er durchläuft also überhaupt **in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume**, weil man sich alle gleiche Zeiten als gleiche Mengen von gleichen unendlich kleinen Zeittheilen gedenken kan. In der doppelten Zeit durchläuft er doppelt, in der dreyfachen Zeit dreymal so viel Flächenraum, oder: **die vom Radius vector durchlaufenen Flächenräume verhalten sich, wie die Zeiten, in denen sie durchlaufen worden sind,** welches allgemeine Gesetz aller Centralbewegungen **Newton** (Princip. L. I. Prop. 1.) auf eben diese Art erwiesen hat, nachdem **Kepler** (Astron. nova, Prag. 1609. fol.) lange vorher aus Tychons astronomischen Beobachtungen gefunden hatte, daß die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne dasselbe befolgten, s. **Keplerische Regeln**.

Wenn daher der Körper A (Taf. V. Fig. 78.) dessen Lauf bey A auf die Richtung der Centralkraft nach C senkrecht war, im ersten Zeittheile dt, mit der Geschwindigkeit c den Raum Aa = cdt zurückgelegt hat, und man AC = a nennt, so wird der Flächenraum ACa = $\frac{1}{2}$acdt seyn. Kömmt der Körper nach M, und legt daselbst im Zeittheilchen dt mit der Geschwindigkeit v den Raum Mm = vdt zurück, so wird (wenn man das Perpendikel CT, welches aus dem Mittelpunkt der Kräfte auf die Richtung bey M,

oder auf die Tangente der krummen Linie an M, welche MmT ist, gefället werden kan, = p nennt) der Flächenraum CMm = $\frac{1}{2}$pvdt seyn. Weil aber nach dem oben erwiesenen Satze beyde gleich seyn müssen, so hat man

$$\tfrac{1}{2}acdt = \tfrac{1}{2}pvdt, \text{ d. i. } ac = pv.$$

oder c : v = p : a, d. i. Geschwindigkeiten an verschiedenen Stellen des Weges verhalten sich umgekehrt, wie die Perpendikel aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangenten der krummen Linie an diesen Stellen. Auch ist

$$v = \frac{ac}{p}$$

oder: die Geschwindigkeit in M ist die dritte Proportionallinie zu CT, AC und der Geschwindigkeit in A, wo der Weg mit dem Radius vector rechte Winkel macht.

## Allgemeine Gleichung zur Bestimmung der Linien, die durch Centralbewegungen beschrieben werden.

Die nach C, dem Mittelpunkte der Kräfte, gerichtete Centralkraft, sie sey veränderlich oder nicht, heiße = f (wobey die Schwere der Erdkörper, welche in 1 Sek. Zeit durch den Raum g fallen, = 1 gesetzt wird), so ist die Geschwindigkeit, welche sie in der Zeit dt erzeugt, = 2gfdt, s. Kraft, beschleunigende, und der Raum, durch welchen sie allein einen Körper in dieser Zeit dt treiben würde, d. i. das Ac (Taf. V. Fig. 77.) = $gfdt^2$. Hingegen Ab, um was der Körper vermöge der Trägheit mit seiner schon vorher erhaltenen Geschwindigkeit v in eben der Zeit fortzugehen strebt, ist = vdt. Ac verschwindet gegen Ab als ein Unendlichkleines der zweyten Ordnung gegen eines der ersten.

Man vergleiche hiemit den Artikel: Bewegung, zusammengesetzte, und die zu demselben gehörige Figur 60. Taf. IV., wo eben das AC, AB heißt, was hier Ac, Ab genannt ist. Die dortige Formel I.) giebt

$$\sin.o = \frac{AC.DF}{AB^2} = \frac{2gfdt^2}{v^2dt^2}.DF = \frac{2gf}{v^2}.DF.$$

Dieses DF ist der Raum, um welchen der durch zusammengesetzte Bewegung getriebene Punkt oder Körper seitwärts verschoben, oder nach einer Richtung fortgebracht wird, welche auf die nach dem Mittelpunkte der Kräfte gehende Linie AC (auf den Radius vector) senkrecht ist. Es ist das Mr (Taf. V. Fig. 78.), um welches der durch Mm gegangene Körper vom Radius vector CM, rechtwinklicht zur Seite gerechnet, abgekommen ist. Nach bekannten Grundsätzen der höhern Geometrie ist dieses Mr, wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke CMT und Mmr, $= \frac{CT.Mm}{CM}$, oder wenn der Radius vector CM $=$ y, und Mm als das Element des durchlaufenen Raumes $=ds$ genannt wird, Mr $= \frac{pds}{y}$; daher denn sin. o, oder, was bey einem unendlich kleinen Winkel eben so viel ist, der Winkel o, d. i. die Größe der Ablenkung vom vorigen Wege, von der Tangente MT an der Stelle M, oder

$$\text{Krümmung des Weges bey } M = \frac{2gf}{v^2}.\frac{pds}{y}.$$

Es lehrt aber ferner die höhere Geometrie, daß der Halbmesser der Krümmung gefunden werde, wenn man das Element der krummen Linie, oder ds, durch die Krümmung selbst dividiret; ingleichen, daß eben dieser Halbmesser der Krümmung, wenn Ordinaten, die aus einem Punkte gehen, wie hier die CM oder y, mit Perpendikeln aus diesem Punkte auf die Tangenten, wie hier die CT oder p, verglichen werden, dem Ausdrucke $\frac{ydy}{dp}$ gleich sey. Aus diesen Sätzen erhält man vermittelst des vorigen den Halbmesser der Krümmung bey M, oder

$$\frac{ydy}{dp} = \frac{v^2y}{2gfp},$$

woraus, wenn statt v sein schon oben gefundener Werth $\frac{ac}{p}$ gesetzt wird, folgt

$$\odot.)\ f\,dy = \frac{a^2c^2dp}{2gp^3}.$$

eine Differentialgleichung, deren Erfindung sich Keil (De legibus virium centripetarum in Introd. in phys. et astron. ver. Lugd. Bat. 1725. 4.) zueignet, ob sie gleich bey ihm in andern Ausdrücken abgefasset ist. Aus ihr kan in jedem Falle, wo die Kraft f nach einem gegebnen Gesetze von der Entfernung y abhängt, durch Substitution des gehörigen Ausdrucks für f, und Integrirung, die Gleichung zwischen y und p gefunden, und die Beschaffenheit der Curve bestimmt werden.

## Centralbewegung, wenn sich die beschleunigende Kraft nach C verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhält.

I. Wenn sich die beschleunigende Kraft f umgekehrt, wie $y^2$ verhält, und bey A, wo CA = a so groß ist, daß sie den Körper in der ersten Secunde durch den Raum e treiben würde, so wird sie bey M so groß seyn, daß sie ihn in der ersten Secunde durch den Raum $\frac{a^2e}{y^2}$ treibt. Diejenige Kraft, welche ihn in eben der Zeit durch den Raum g treibt, oder die Schwere der Erdkörper ist = 1, also die, welche ihn durch $\frac{a^2e}{y^2}$ treibt, oder $f = \frac{a^2e}{gy^2}$.

Dies in der Gleichung $\odot$ für f gesetzt, giebt

$$\frac{e\,dy}{y^2} = \frac{c^2\,dp}{2p^3}$$

und so integrirt, daß für y = a, auch p = a wird, wie es sich bey A (Taf. V. Fig. 78.) findet, wo CA = a, Radius vector und Perpendikel auf die Tangente zugleich ist,

$$\frac{e}{y} = \frac{e}{a} - \frac{c^2}{4a^2} + \frac{c^2}{4p^2}$$

woraus man, wenn alles gehörig geordnet wird,

$$p^2 y - \frac{4a^2 e}{4ae - c^2} p^2 + \frac{a^2 c^2}{4ae - c^2} y = 0$$

erhält. Nun ist der höhern Geometrie zufolge

$$p^2 y - Ap^2 + \tfrac{1}{4} ABy = 0$$

die allgemeine Gleichung der Kegelschnitte von der Axe A, und dem Parameter B, wenn die y Ordinaten aus dem Brennpunkte genommen, und die p Perpendikel aus dem Brennpunkte auf die Tangenten bedeuten. Man sieht hieraus, daß bey der Voraussetzung des Newtonischen Gesetzes der Attraction durch die Centralbewegungen jederzeit ein Kegelschnitt beschrieben wird, dessen Brennpunkt im Mittelpunkt der Kräfte liegt, dessen große Axe $A = \frac{4a^2 e}{4ae - c^2}$, und dessen Parameter $B = \frac{a^2 c^2}{4ae - c^2} : \tfrac{1}{4} A = \frac{c^2}{e}$ ist.

Dieser Kegelschnitt wird,

wenn $4ae > c^2$, oder die Axe positiv, eine Ellipse,
wenn $2ae = c^2$, oder die Axe dem Parameter gleich, ein Kreis,
wenn $4ae = c^2$, oder die Axe unendlich, eine Parabel,
wenn $4ae < c^2$, oder die Axe negativ, eine Hyperbel seyn.

Man findet z. B. aus der Entfernung und Umlaufszeit des Mondes um die Erde, daß er nach seiner mittlern Geschwindigkeit in der Erdferne A, in 1 Secunde Zeit 3132 pariser Schuhe durchlaufe. Da er 60 mal weiter vom Mittelpunkte der Erde absteht, als die Erdkörper auf der Oberfläche, so wird seine Gravitation $= \frac{1}{3600}$ seyn, und ihn in einer Secunde nur $\frac{15}{3600} = \frac{1}{240}$ pariser Schuh gegen die Erde treiben. Also ist, den Erdhalbmesser = 19620000 par. Schuh angenommen,

$$\left.\begin{array}{l} a = 60 \cdot 19620000 \\ c = 3132 \\ e = \frac{1}{240} \end{array}\right\}$$ par. Schuhe

mithin $4ae = 240 \cdot \frac{1}{240} \cdot 19620000 = 19620000$ Quadratschuh.

$c^2 = 3132^2 = 9809424$ Quadratsch.

Weil hier $4ae > c^2$, so muß die Bahn eine Ellipse seyn; weil aber $2ae$ oder 9810000 beynahe $= c^2$, so kan sie nicht viel vom Kreise abweichen, oder nicht sehr eccentrisch ausfallen. Wenn also der Mond nach der Erde im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung gravitirt, und in der Erdferne eine Geschwindigkeit von 3132 par. Schuh auf 1 Secunde hat, so muß er in einer nicht sehr eccentrischen Ellipse laufen, in deren einem Brennpunkte die Erde steht. In einer solchen läuft er wirklich, auch hat er die gedachte Geschwindigkeit wirklich; es ist also schon wahrscheinlich, daß auch das vorausgesetzte sich wirklich so befinde.

Aehnliche Schlüsse gelten für die Bahnen der Planeten um die Sonne, wo bey allen $2ae$ nicht weit von $c^2$ abweicht, daher sie alle in Ellipsen, aber nicht sehr eccentrischen, umlaufen. Bey den Kometen findet sich die Geschwindigkeit $c$ in der Sonnenferne so gering, daß $4ae$ weit größer als $c^2$ wird, daher ihre Bahnen höchst eccentrisch werden, und weit vom Kreise abweichen.

II. Umgekehrt läßt sich aus der Gleichung für die Kegelschnitte verbunden mit ⊙.) durch bloßes Differentiiren der Satz: $f = \frac{a^2 c^2}{gRy^2}$ wieder herleiten, oder beweisen, daß bey Centralbewegungen in Kegelschnitten, deren Brennpunkt der Mittelpunkt der Kräfte ist, sich die Centralkraft verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhalten müsse, oder daß diese Bewegungen bey keinem andern, als bey diesem Gesetze der Centralkraft statt finden. Wenn daher die Planeten, wie schon Kepler aus Beobachtungen entdeckte, in Ellipsen um die Sonne, als Brennpunkt, laufen, und die Ursache dieser Bewegung in einer

Gravitation nach der Sonne liegt, so folgt hieraus nothwendig das Newtonische Gesetz dieser Gravitation.

III. Es möchte hiebey Ungeübten scheinen, als ob ein Körper, wie A (Taf. V. Fig. 78.), der unaufhörlich nach C gezogen oder getrieben wird, endlich doch den Punkt C selbst erreichen, oder wenigstens ihm unaufhörlich näher kommen müste. Es wird ihnen vielleicht unbegreiflich dünken, wie eine elliptische Bahn entstehen könne, in der sich zwar der Körper A in dem Theile AMP dem Mittelpunkte C beständig nähert, aber in der zwoten Hälfte PDA sich wieder eben so weit von C entfernt und nach A zurückkehret, da ihn doch eine beständige Kraft nach C zu treibt, welche noch überdies in P weit stärker, als in A ist. Der P. Castel hat dies als einen wichtigen Einwurf gegen die Newtonische Theorie vorgetragen.

Es wird aber diese Bedenklichkeit wegfallen, wenn man überlegt, daß der wirkliche Lauf des Körpers nicht allein durch die nach C gerichtete Centralkraft, sondern durch die Richtung und Geschwindigkeit der vorhergehenden Bewegung und eine aus derselben entstehende der erstern oft gerade entgegengesetzte Schwungkraft bestimmt wird. In der ersten Hälfte der Bahn ist die Richtung des Körpers überall eine solche, daß er schon um dieser Richtung willen allein sich C nähern würde, wie z. B. bey M der Körper vom M bis T dem Punkte C immer näher kommen würde. Hiezu kömmt nun noch die Wirkung der Centralkraft, und so wird allerdings durch beyde Annäherung an C bewirkt. Sobald aber der Punkt P erreicht ist, wo die Bahn aufs neue mit dem Radius vector rechte Winkel macht, geht die Richtung nach PQ, und hat nun eine solche Lage, daß sie an sich den Körper sogleich im ersten Augenblicke mehr von C zu entfernen sucht, und dies mit einer sehr großen Geschwindigkeit, weil er dem Mittelpunkte der Kräfte jetzt sehr nahe ist. Dieses Bestreben überwiegt hier die Wirkung der Centralkraft, und so verwandlet sich die vorige Annäherung an C jetzt in eine Entfernung von diesem Punkte.

Um dies desto bestimmter zu übersehen, wollen wir das Bestreben des Körpers, sich geradlinigt von C zu entfernen, oder die Schwungkraft um C in den beyden Stellen A und P betrachten. Es wird bey dem Worte: Centralkräfte, erwiesen werden, daß die Schwungkraft in Stellen, wo die Bahn mit dem Radius vector rechte Winkel macht, dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch das doppelte Product des Radius vector in g gleich ist. Demnach wird die Schwungkraft in A $= \frac{c^2}{2ag}$, in P $= \left(\frac{c.AC}{CP}\right)^2 : 2CPg = \frac{c^2 a^2}{2CP^3 g}$ seyn. Beyde verhalten sich, wie $\frac{1}{a^3} : \frac{1}{CP^3}$, das ist, umgekehrt, wie die Würfel der Entfernungen.

Der oben unmittelbar aus der Gleichung gefundene Satz, daß ein Kreis beschrieben werde, wenn $2ae = c^2$, oder $\frac{c^2}{2ag} = \frac{e}{g} = f$, zeigt, daß der Körper sich dem Mittelpunkte der Kräfte weder nähere noch von ihm entferne, wenn f, oder die Centripetalkraft, dem $\frac{c^2}{2ag}$, oder der Schwungkraft in A, gerade gleich ist. Soll sich also der Körper von A aus an C nähern, so muß $\frac{c^2}{2a} < e$ seyn. Kömmt er dann nach P, so hat sich nun $\frac{c^2}{2a}$ in $\frac{c^2 a^2}{2CP^3}$ und e in $\frac{ea^2}{CP^2}$ verwandlet. Hievon ist das erste größer, als das zweyte, wie die Rechnung bald lehret, wenn man für CP seinen Werth $= \frac{ac^2}{4ae - c^2}$ substituirt, und $e > \frac{c^2}{2a}$ setzt. Daher überwiegt in P die Schwungkraft, und der Körper fängt an, sich von C zu entfernen.

Ex. Es sey CA oder $a = 80$, $c = 2$, $e = \frac{1}{10}$, d. i. ein Körper, der vom Mittelpunkte der Kräfte um 80 Theile absteht, werde so stark gegen C getrieben, daß

er, diesem Triebe allein überlassen, in der Zeit 1 (z. B. 1 Sek.) um $\frac{1}{16}$ eines Theils fortgehen würde; er sey zugleich in einer auf AC rechtwinklichten Bewegung, die ihn in eben der Zeit um 2 Theile fortführen würde. Sie ist 4ae $= 20$; $c^2 = 4$; also $4ae > c^2$, und der Körper wird eine Ellipse beschreiben, deren Axe $\frac{4a^2e}{4ae - c^2} = \frac{4 \cdot 6400 \cdot \frac{1}{16}}{20 - 4}$ $= 100$, der Parameter $\frac{c^2}{e} = 4 : \frac{1}{16} = 64$, und $CP = 20$ seyn wird. Weil auch bey A; $\frac{c^2}{2ag}$ oder die Schwungkraft $= \frac{4}{160g} = \frac{1}{40g}$ und also kleiner als $\frac{e}{g}$ oder als $\frac{1}{16g}$ ist, so wird er sich von A aus dem Mittelpunkte der Kräfte C nähern. In P hingegen, wo die Entfernung PC nur 20 Theile beträgt, und also 4mal kleiner als AC ist, wird die Schwungkraft 64mal, die Centripetalkraft 16mal stärker, als bey A, jene $= \frac{64}{40g}$, diese $= \frac{1}{g}$ seyn. Hier ist also die Schwungkraft stärker, als die Kraft nach C, und der Körper wird sich von C entfernen.

Man sieht hieraus, daß für $2ae > c^2$, C der von A entferntere, für $2ae < c^2$, der dem A nähere Brennpunkt der Ellipse, und für $2ae = c^2$, der Mittelpunkt der kreisförmigen Bahn werde.

IV. Die Zeit, in welcher diese elliptische Centralbewegung zurückgelegt wird, findet sich aus der Integration der allgemeinen Formel $vdt = ds$, welche sich hier, weil $v = \frac{ca}{p}$, in $dt = \frac{pds}{ac}$ verwandlet. Es ist aber $\frac{1}{2}pds$ oder $\frac{1}{2}CT.Mm$ dem Dreyecke CMm oder dem Elemente des elliptischen Sectors ACM gleich, daher

$$\frac{1}{2}dt = \frac{d.ACM}{ac}, \text{ und } dt = \frac{2d.ACM}{ac}$$

welches so integrirt, daß für $t = 0$, $ACM = 0$ wird, die

Zeit durch $AM = \frac{2.ACM}{ac}$, und die ganze Umlaufszeit gleich der doppelten elliptischen Fläche, dividirt durch ac, giebt. Nun ist nach den Lehren der höhern Geometrie die Fläche einer Ellipse von der Axe A und dem Parameter B $= \frac{1}{4}\pi A\sqrt{A}.\sqrt{B}$, oder $\left(\text{weil } B = \frac{c^2}{e}\right) = \frac{\frac{1}{4}\pi A\sqrt{A}.c}{\sqrt{e}}$, welches doppelt genommen und durch ac dividirt

$$\text{die Umlaufszeit} = \frac{\pi A\sqrt{A}}{2a\sqrt{e}}$$

giebt, in solchen Zeittheilen nemlich, deren einer bey der Bestimmung von e zur Einheit ist angenommen worden.

Ex. Wenn, wie oben, $a = 80$, $e = \frac{1}{16}$ in einer Secunde, die Axe $A = 100$, so wird die ganze Ellipse in $\frac{3,1415 \ldots 100.10}{2.80.\frac{1}{4}}$, d. i. in 25. 3,1415 ... oder 78,53 Sec. zurückgelegt.

V. Wenn zween verschiedene Körper in verschiedenen Entfernungen a und $\alpha$ von einerley Mittelpunkt der Kräfte angezogen werden, und die Räume, um welche sie sich in einer gewissen Zeit (1 Sek.) durch diese Anziehung gegen ihn bewegen würden, e und $\varepsilon$ heißen, so werden sich diese Räume, der Voraussetzung gemäß, verkehrt wie $a^2$ zu $\alpha^2$ verhalten, oder es ist $\sqrt{e} : \sqrt{\varepsilon} = \alpha : a$, woraus $a\sqrt{e} = \alpha\sqrt{\varepsilon}$ folgt. Gehen nun beyde Körper um diesen Mittelpunkt der Kräfte in elliptischen Bahnen, deren Axen A und E, die Umlaufszeiten T und t heißen, so ist

$$T = \frac{\pi A\sqrt{A}}{2a\sqrt{e}} \quad ; \quad t = \frac{\pi E\sqrt{E}}{2\alpha\sqrt{\varepsilon}} = \frac{\pi E\sqrt{E}}{2a\sqrt{e}}$$

daher $T : t = A\sqrt{A} : E\sqrt{E}$ und $T^2 : t^2 = A^3 : E^3$, d. i. die Quadratzahlen der Umlaufszeiten verhalten sich, wie die Würfel der großen Axen ihrer Bahnen. Daß dieses bey dem Umlaufe der Planeten um die Sonne wirklich der Fall sey, hatte Kepler längst aus den Beobachtungen entdeckt, ehe noch die Ge-

setze der Centralbewegung bekannt wurden, s. Keplerische Regeln.

Ich würde mich bey dieser Theorie der Centralbewegungen nicht so weit in die mathematische Rechnung eingelassen haben, wenn nicht gerade die Sätze, welche durch diese Rechnung am kürzesten erwiesen werden können, den Grund des Newtonischen für die Physik so wichtigen Systems der Gravitation oder der Attraction in der Ferne ausmachten. Es ist dieses vortrefliche System von so vielen der Mathematik unkundigen Gegnern bestritten worden, daß es mir schon aus diesem Grunde rathsam dünkt, bey jeder Veranlassung zu zeigen, wie zur gehörigen Einsicht in desselben Gründe etwas mehr, als Elementargeometrie, nöthig sey. Die Newtonischen Sätze beruhen auf folgendem Schlusse: Alle Planeten und Kometen laufen um die Sonne, und alle Monden um ihre Hauptplaneten, nach den Gesetzen derjenigen Centralbewegung, bey welcher sich die Centripetalkraft verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung verhalten muß. Einige dieser Gesetze finden auch nur für diese einzige Centralbewegung, und weiter für keine andere statt. Daher sind die Bewegungen der Himmelskörper in der That Centralbewegungen dieser Art, und die beschleunigende Kraft nach dem Mittelpunkte verhält sich verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung. Man nenne diese Kraft Gravitation, oder Schwere, ohne sich weiter um ihr Wesen oder ihre Ursachen zu bekümmern, so folgt, daß alle Planeten gegen die Sonne und alle Monden gegen ihre Hauptplaneten schwer sind, und desto schwerer, je kleiner das Quadrat ihrer Entfernung von der Sonne oder den Hauptkörpern ist. Wie thöricht ist es, den Schlußsatz zu bestreiten, ohne die Vordersätze, die ganz auf Rechnung und Beobachtungen beruhen, gehörig eingesehen zu haben? Dennoch treten von Zeit zu Zeit Leute auf, um neue Theorien an die Stelle der Newtonischen zu setzen, vor deren Festigkeit sie doch zurückbeben müßten, wenn sie nur einen einzigen hellen Blick in die Gründe derselben zu thun vermöchten.

## Kreisbewegung.

Wenn sich ein Körper im Kreise bewegt, und außerdem weiter von keiner Kraft, als von der nach dem Mittelpunkte gerichteten, getrieben wird, so muß fürs erste seine Geschwindigkeit v an allen Stellen des Weges gleich groß, und also der anfänglichen Geschwindigkeit c gleich seyn. Denn der Satz, daß die vom Radius vector durchlaufenen Flächenräume in gleichen Zeiten gleich groß sind, ist allen Centralbewegungen gemein. Hier aber sind diese Flächenräume Sectoren des Kreises, denen, wenn sie gleich sind, auch gleiche Bogen des Kreises zugehören. Daher werden in gleichen Zeiten auch gleiche Bogen beschrieben, d. h. die Bewegung ist gleichförmig, und v stets = c, welches auch aus der Formel $v = \frac{ac}{p}$ folgt, weil beym Kreise das Perpentikel auf die Tangente dem Halbmesser oder Radius vector gleich, oder $p = a = y$ ist.

Hiedurch verwandelt sich der Ausdruck für den Halbmesser der Krümmung $\frac{v^2 y}{2gfp}$ in $\frac{c^2 a}{2gfa} = \frac{c^2}{2gf}$. Er ist aber hier dem Halbmesser des Kreises selbst gleich, daher

$$a = \frac{c^2}{2gf} \text{ und } f = \frac{c^2}{2ga}.$$

d. i. die Centripetalkraft bey der Kreisbewegung ist gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch das Product des Durchmessers in den Raum, durch welchen die Erdkörper in der Zeit 1 fallen, wenn die Schwere der Erdkörper = 1 gesetzt wird. Eben so groß ist das Bestreben des Körpers, sich vom Mittelpunkte zu entfernen, oder die Schwungkraft, welche hier gerade das Gleichgewicht mit der Centripetalkraft halten muß, weil sich der im Kreise bewegte Körper dem Mittelpunkte weder nähert, noch von ihm entfernt.

Ex. Ein Stein (dessen Schwere aber hier bey Seite gesetzt werden, oder der auf einem glatten Brete liegen muß, welches sein Gewicht trägt) mit der Geschwindigkeit

von 2 Fuß in einer Secunde in einem Kreise von 4 Fuß Durchmesser geschwungen, giebt, wenn $g = 15$ Fuß, $f = \frac{4}{4 \cdot 15} = \frac{1}{15}$. Er erfordert, um im Kreise zu bleiben, einen Zug gegen den Mittelpunkt, der $\frac{1}{15}$ der Schwere beträgt. Ist sein Gewicht, welches hier nur als Ausdruck seiner Masse betrachtet wird, 15 Loth, so erfordert er einen Zug von 1 Loth bewegender Kraft. Eben so stark spannt er den Faden, an welchem er geschwungen wird.

Ein fallender Körper muß, um die Geschwindigkeit c zu erhalten, durch eine Höhe h fallen, welche $\frac{c^2}{4g}$ ist. Dieses h heißt die der Geschwindigkeit c zugehörige Höhe, s. Fall der Körper. Daher ist $c^2 = 4gh$ und

$$f = \frac{4gh}{2ga} = \frac{2h}{a}.$$

d. i. die Schwungkraft ist gleich der doppelten der Geschwindigkeit zugehörigen Höhe, dividirt durch den Halbmesser des Kreises, oder: Sie verhält sich zur Schwere, wie die doppelte Höhe, die der Geschwindigkeit zugehört, zum Halbmesser des Kreises.

Mehrere Sätze von der Schwungkraft s. in den Artikeln: Centralkräfte, Schwungkraft.

Die Zeit, in welcher der Kreis durchlaufen wird, ist hier, wo die Bewegung gleichförmig ist, sehr leicht zu finden. Sie ist der Quotient des Raumes durch die Geschwindigkeit, oder, da der Raum $= 2\pi a$, die Geschwindigkeit $= c$ ist,

$$\text{die Umlaufszeit} = \frac{2\pi a}{c}.$$

Der vorhin angeführte Stein würde seinen Kreislauf in $\frac{4 \cdot 3,1415\ldots}{2}$ oder in 6,283 Secunden vollenden.

Man kan außer der Centralbewegung um die Brennpunkte der Kegelschnitte und der Kreisbewegung noch andere betrachten, die aber in der Physik keine Anwendung finden. Dahin gehört die Bewegung, wobey die Central-

kraft sich direct, wie die Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte, verhält. Sie geschieht in einer Ellipse, deren Mittelpunkt zugleich der Mittelpunkt der Kräfte ist, und kan in einigen Fällen ebenfalls eine Kreisbewegung werden.

**Centralfeuer**, Ignis centralis, *Feu central.* So haben einige Naturforscher das Feuer genannt, welches nach ihrer Meinung im Innern der Erdkugel verborgen seyn, und die Mitte derselben ausfüllen sollte.

In ältern Zeiten hat man sich hievon sehr grobe Begriffe, und die Erde gleichsam zu einem Schmelzofen oder chymischen Laboratorium gemacht, welches schon Gassendi bestritt und zeigte, daß ein eingeschloßnes Feuer, ohne Luft und Nahrung, nicht brennen könne. Man kan auch aus andern Gründen vermuthen, daß das Innere der Erdkugel aus einer festen Masse bestehe, s. Erdkugel. Hiemit wird aber das Daseyn des unterirdischen Feuers nicht geläugnet, wovon uns die Vulkane und heissen Quellen überzeugen, und welches in unterirdischen Höhlen durch brennbare Materiale unterhalten werden kan, aber wohl nie so tief liegt, daß ihm der Name Centralfeuer zukommen könnte, s. Vulkane.

Die neuern Physiker haben der Meinung vom Centralfeuer eine etwas verfeinerte Gestalt gegeben, und es als eine dem Innern der Erde eigne Wärme betrachtet. Es ist unmöglich, den Unterschied der Klimate und die Abwechselung der Wärme und Kälte ganz allein aus der Erwärmung durch die Sonnenstralen zu erklären. Mairan (Mém. de Paris 1719. ingl. Abhdl. von dem Eise, Leipz. 1752. gr. 8. S. 45—68.) hat diese Materie sehr umständlich abgehandlet. Weil höher liegende Gegenden auf der Erde allemal ungleich kälter sind, als tiefer liegende, in einer mäßigen Tiefe unter der Erdfläche fast immer eine gleiche Wärme herrscht, der Frost nie tief in die Erde dringt, und das Meerwasser in der Tiefe nie gefriert, so schreibt er einen großen Theil der Wärme auf der Erde überhaupt einer Grundwärme (*chaleur interne et permanente*) der Erdkugel zu, von welcher er berechnet, daß

sie in der Breite von Paris 393 mal größer sey, als die Wärme, welche die Sonne daselbst am kürzesten Tage hervorbringt. Er leitet die Verschiedenheit der Klimate zum Theil davon her, daß die Erde anfangs flüßig gewesen und erst durch die Sonnenwärme auf der Oberfläche gehärtet worden sey. Dies sey wegen der Ungleichheit der Sonnenwärme auf eine sehr ungleiche Art geschehen, und daher die Ausbreitung der eingeschloßen Wärme durch die Verhärtung der Rinde in der heissen Zone weit stärker, als gegen die Pole zu, verhindert worden, daher die Grundwärme um den Aequator am stärksten sey.

So hypothetisch auch der letzte Theil dieser Erklärung ist, so beruhen doch die Gründe, aus welchen **Mairan** überhaupt eine Grundwärme annimmt, auf unbezweifleten Thatsachen. Je tiefer man in die Erde hinabkömmt, desto mehr hören die Veränderungen der Wärme und Kälte auf, und die Temperatur nähert sich einer gewissen das ganze Jahr durch unverändert bleibenden Grenze. In den tiefen Kellern unter der pariser Sternwarte hält sich das reaumürische Thermometer unverändert auf 10 Grad über dem Eispunkte. Wäre irgend ein Ort auf der Erde, wo die Temperatur das ganze Jahr durch einerley bliebe, so müste diese Grenze daselbst die Oberfläche der Erde treffen; sie muß auch unter übrigens gleichen Umständen desto tiefer liegen, je größer die jährlichen Veränderungen, d. i. je näher die Pole sind.

Es scheint also gewiß zu seyn, daß das Innere der Erde eine bestimmte den äußern Abwechselungen nicht unterworfene Wärme habe. Dies ist auch sehr natürlich, da die einzelnen äußern Einwirkungen zu schwach sind, um das Ganze zu durchdringen. Ob aber diese Wärme, wie **Mairan** will, in größern Tiefen immer zunehme, und also von einer dem Mittel der Erde eignen größern Hitze herrühre, ist unentschieden, da unsere Beobachtungen noch viel zu wenig ins Innere der Erde gedrungen sind. Mairan beruft sich zwar auf Erfahrungen, aber man kan ihm andere entgegenstellen. **Bergmann** führt an, daß im Schachte in Fahlun das Wasser, aus einer Tiefe von 360

Fuß schnell aufgezogen, nur 4 Grad Temperatur gehabt habe, da das Thermometer in der Luft auf 28 Grad (nach der Scale des Celsius) gestanden.

Der Graf Büffon sieht in seinen Naturepochen (s. Erdkugel) die innere Wärme als einen Ueberrest der ehemaligen Schmelzungshitze der Erde an, die er in diesem mit so hinreißender Beredsamkeit geschriebenen physikalischen Romane für eine von der Sonne abgerissene zuerst schmelzende und nun nach und nach abkühlende Masse erklärt. Nach ihm verliert sich diese innere Hitze immer mehr und mehr, und die Erde erkaltet, indem der davongehende Theil ihrer Wärme beym Durchgange durch die Fläche und Atmosphäre seinen Einfluß auf das Klima äussert. Man kan hiebey mit Recht fragen, wo diese Wärme am Ende hinkomme, da außerhalb der Atmosphäre nichts weiter da ist, was sie aufnehmen könnte. Büffon läst die Erde durchs Erkalten untergehen, oder unbewohnbar werden, da hingegen Bourquet (Mém. sur la theorie de la terre in s. Lettres philosoph.) glaubt, das innere Feuer verzehre die Erde nach und nach, verbreite sich immer weiter, und werde endlich einen allgemeinen Brand erregen.

Aepinus (Cogit. de distributione caloris per tellurem) giebt es als sehr wahrscheinlich an, daß der innere Kern der Erde blos durch die Erwärmung der Sonnenstralen, denen doch von der Schöpfung an die halbe Oberfläche beständig ausgesetzt gewesen ist, endlich wenigstens die Wärme habe erhalten müssen, welche er durch die Sonnenstralen anzunehmen fähig sey. Die sich überall gleich verbreitende Wärme theile sich aus den erwärmten Stellen den innern Theilen mit, und da sie diese nicht so leicht, als die Rinde, verlieren, so könne nach und nach eine gleiche Wärme gesammlet werden, von der wir zwar nicht wissen, welchen Grad sie erreicht habe und ob sie noch im Zunehmen sey, die aber durch ihre ungleiche Ausbreitung auf die Klimate wirken könne.

Torb. Bergmann phys. Beschreibung der Erdkugel, durch Röhl, II. B. §. 141. 142.

**Centralkräfte**, Vires centrales, *Forces centrales.* Diesen Namen giebt man den Kräften, welche bey der Centralbewegung den bewegten Körper in seiner Bahn fortführen, s. Centralbewegung.

Die meisten physikalischen Schriftsteller reden von zwoen Centralkräften, wovon die eine, die **Centripetalkraft**, den Körper immer nach einerley Punkte, dem Mittelpunkte der Kräfte, hintreibe, die andere aber, die **Centrifugalkraft** oder **Schwungkraft**, ihn beständig davon abtreibe. Ich bin sehr davon entfernt, die großen und über mein Urtheil weit erhabenen Männer, die so gesprochen haben, eines undeutlichen Vortrags oder unbequemer Ausdrücke zu beschuldigen, zumal da der Name Kraft an sich nur ein Nothbehelf ist, um etwas auszudrücken, das man oft nennen muß, ohne es recht zu kennen. Doch liegt in der Natur dieser beyden Centralkräfte ein Unterschied, der einer deutlichern Auseinandersetzung werth ist.

Wenn der einmal in Bewegung gesetzte Körper von keiner Kraft weiter getrieben wird, so setzt er seinen angefangenen Lauf mit eben der Richtung und Geschwindigkeit fort. Das thut er von selbst vermöge seiner Trägheit, und es bedarf dazu keiner neuen Kraft, s. **Trägheit.** Von derjenigen Kraft, welche die Bewegung im ersten Anfange hervorgebracht hat, ist hiebey auch die Rede nicht mehr.

Wird nun aber der so bewegte Körper in allen Stellen seines Weges nach einem außerhalb dieses Weges liegenden Punkte, wie C (Taf. V. Fig 78.) gezogen, gestoßen rc., so entstehet Centralbewegung. Dem, was ihn nach C zieht oder treibt, kömmt der Name Kraft, Centripetalkraft, ganz eigentlich zu. Es würde den Körper, wenn er nicht schon bewegt wäre, in Bewegung setzen; jetzt ändert es wenigstens seine vorige Bewegung in allen Stellen. Es hat also alle Eigenschaften einer Kraft, und so ist gegen die Benennung Centripetalkraft keine Einwendung möglich.

Etwas anders ist es mit der sogenannten Centrifugalkraft oder Schwungkraft beschaffen. Man mag

den Begrif von Centralbewegung, wie man will, zerlegen, so findet man doch weiter nichts darinn, als: Geschwindigkeit nach der Tangente MT und Centripetalkraft nach C. Man fragt nun, was die Centrifugalkraft sey. Darauf antworten einige, z. B. Winkler (Anfangsgr. der Physik, Leipz. 1754. 8. §. 92.): „Die Kraft, womit „ein Körper nach einer Tangente getrieben wird, ist eine „vis centrifuga." Man glaubt also, es werde die Geschwindigkeit nach der Tangente selbst für Schwungkraft genommen. Aber diese ist eine bloße Wirkung der Trägheit, ein bloßes Beybehalten des vorigen Zustands, und kan nicht in dem Sinne, wie die Centrifugalkraft, Kraft genannt werden. Zudem geht ja die Richtung der Tangente oft sogar näher nach C zu, wie in der Figur bey M, wo der durch MT laufende Körper in T wirklich dem C näher seyn würde, als in M. Und wenn man auf die Sätze kömmt, welche von der Schwungkraft behauptet werden, so sieht man vollends mit Ueberzeugung ein, daß sie nicht von der Geschwindigkeit nach der Tangente gelten, daß also unter Schwungkraft etwas ganz anders verstanden werde.

**Newton** und **Euler** reden bey den Centralbewegungen immer nur von einer einzigen Kraft, nemlich der Centripetalkraft; Centrifugalkraft ist bey Newton etwas ganz anders hieher nicht gehöriges. **Huygens**, der Erfinder der Sätze von der Schwungkraft, **Kästner**, **Karsten** gedenken dieser Kraft nur bey der Kreisbewegung; inzwischen giebt es doch viele sehr gute Lehrer der Physik, Mechanik und Astronomie, z. B. **Errleben** (Anfgr. der Naturl. §. 64. 659. 660.) und **de la Lande**, welche bey allen Centralbewegungen überhaupt, also auch bey dem elliptischen Laufe der Weltkörper, eine Centrifugalkraft betrachten. Ich werde also zuerst einen allgemeinen Begrif von Schwungkraft oder Centrifugalkraft, der sich auf alle diese Fälle anwenden läst, festzusetzen suchen, und dann zeigen, in wie fern man das so benannte eine Kraft nennen könne.

Jede Bewegung, die wegen der Trägheit des Körpers fortdauret, verändert die Entfernung des Körpers von andern Punkten. Die Bewegung durch Ms (Taf. V. Fig. 79.) verändert die Entfernung des Körpers M vom Punkte C, welche hier aus CM in Cs verändert, d. i. um das Stück ms vergrößert wird. Man kan aus der Entfernung CM = a, der Geschwindigkeit = c, dem Winkel CMs = k, und der Zeit durch Ms, welche hier unendlich klein oder dt seyn mag, durch eine leichte Rechnung bald finden, daß $ms = - \text{cosin}\ k.\ cdt + \frac{c^2 dt^2}{2a}$ sey. Der erste Theil (— cos. k. cdt) drückt das ts der Figur aus, um was die Bewegung durch Ms den Körper noch über die Tangente eines Kreises um C hinaus bringen würde; der letzte Theil $\left(\frac{c^2 dt^2}{2a}\right)$ ist das mt der Figur, was die Bewegung thut, indem sie ihn aus dem Kreise um C heraus bis in dessen Tangente Mt nach t bringt: Der letzte Theil mt verschwindet hier gegen ts, als ein Unendlichkleines der zweyten Ordnung gegen ein Unendlichkleines der ersten. Es ist hier nicht der Ort, mich umständlicher über den ersten Theil zu erklären, welcher bey den Centralbewegungen den Raum ausdrücken kan, um welchen der Körper seiner schon vorher erlangten Richtung und Geschwindigkeit halber einem entlegnen Punkte in jedem Augenblicke näher kommen oder sich davon entfernen würde.

Wenn aber der Winkel CMs ein rechter, oder die Bewegung nach Mt gerichtet ist, so verschwindet der Cosinus dieses Winkels, und mit ihm der gedachte erste Theil (—cos. k. cdt) gänzlich, und es bleibt hier nur der zweyte stets positive Theil $\frac{c^2 dt^2}{2a}$ übrig. Das heißt: der Körper wird, wenn CM mit der Bahn rechte Winkel macht, durch die Fortsetzung seiner vorigen Bewegung im Zeittheilchen dt vom Punkte C um einen Raum = $\frac{c^2 dt^2}{2a}$ entfernt. Man sehe diese Entfernung als Wirkung einer Kraft an, und

vergleiche dieselbe mit der Schwere = 1 auf folgende Weise. In den vorigen Schlüssen statt dt, eine endliche, aber sehr kleine Zeit t gesetzt, in der die Schwere durch $gt^2$ treibt, wird den Raum $= \frac{c^2 t^2}{2a}$ geben. Also ist 1 zu dieser Kraft wie g zu $\frac{c^2}{2a}$, oder die Kraft ist $= \frac{c^2}{2ga}$.

Diese Kraft nun, welche man als eine Ursache der Entfernung des Körpers von C annimmt, ist es, was man **Schwungkraft** um C nennt. Ihre Größe hängt von c und a, d. i. von der Geschwindigkeit und von dem Abstande des Punktes C ab. Was ich hier von ihr vorgetragen habe, setzt voraus, daß der Punkt C, auf den sie sich bezieht, in einer auf die Bahn senkrechten Linie liege. Ist der Punkt C der Mittelpunkt der Kräfte bey einer Centralbewegung, so wird CM = a der Radius vector, und man hat den Satz: **An den Stellen, wo die Bahn mit dem Radius vector rechte Winkel macht, ist die Schwungkraft um den Mittelpunkt der Kräfte gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch das doppelte Product des Radius vector in g.** Ist C der Mittelpunkt des Krümmungskreises (centrum osculi), wobey CM allezeit senkrecht auf die Bahn ist, so wird a der Halbmesser der Krümmung oder = r, und es folgt der allgemeine Satz: **Die Schwungkraft um das Centrum osculi ist $= \frac{c^2}{2gr}$, oder gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch das doppelte Product aus dem Halbmesser der Krümmung in g.** Geschieht die Bewegung im Kreise vom Halbmesser a, so ist die **Schwungkraft um den Mittelpunkt überall** $= \frac{c^2}{2ga}$, welcher Satz auch schon im Artikel: **Centralbewegung**, bey Veranlassung der hier eben so großen Centripetalkraft erwähnt worden ist.

Man kan also bey ebenderselben Bewegung und an ebenderselben Stelle des Weges dem Körper mehrere

Schwungkräfte beylegen, je nachdem man seinen Schwung um verschiedene in der Normallinie liegende Punkte betrachtet. So ist an der Stelle A (Taf. V. Fig. 78.) des Körpers Schwungkraft um C = $\frac{c^2}{2g.AC}$, die um P = $\frac{c^2}{2g.AP}$, u. s. f. Die Schwungkräfte um diese Punkte verhalten sich gegen einander umgekehrt, wie der Punkte Entfernungen von A, die um C, z. B. zu der um P, wie AP:AC. Schon diese Mehrheit der an einerley Stelle gedenkbaren Schwungkräfte leitet auf den Verdacht, daß Schwungkraft mehr ein mathematischer Begrif, als etwas wirkliches physikalisch vorhandenes sey.

Wenn nun die schon erhaltene Bewegung des Körpers in allen Stellen durch eine Centripetalkraft geändert wird, d. i. wenn Centralbewegung entstehet, so ist an jeder Stelle des Weges ein größerer oder geringerer Theil der Centripetalkraft diesen sogenannten Schwungkräften enegegengesetzt. Man kan nemlich die Centripetalkraft f, deren Wirkung Taf. V. Fig. 78. durch die Linie rm vorgestellt werden mag, in zwo Kräfte zerlegen, deren eine (die **Tangentialkraft**) nach der Richtung qm, d. i. nach der Richtung der krummen Linie selbst geht, also diese Richtung nicht ändert, sondern blos auf die Geschwindigkeit wirkt; die andere aber (die **Normalkraft**) nach der Richtung rq auf die Bahn senkrecht wirkt, und auf ihre Krümmung verwendet wird. Diese letztere ist den Schwungkräften um die Punkte, welche in der Normallinie oder in der Verlängerung von rq liegen, gerade entgegengesetzt. Sie wird also diejenige von diesen Schwungkräften, welche ihr an Größe gleich ist, gerade aufheben. Nun läst sich mit Hülfe der Lehre von Zerlegung der Kräfte bald übersehen, daß die Normalkraft nach qr sich zur Centripetalkraft nach rm, oder zu f, verhalte wie rq : rm, d. i. wie CT : CM = p : y, daß daher ihre Größe = $\frac{fp}{y}$ sey.

Nennt man nun den Halbmesser der Krümmung $\frac{v^2 y}{2gfp}$ (s. Centralbewegung) = r, so ist $\frac{fp}{y}$ oder die Normalkraft = $\frac{v^2}{1gr}$. Daher hebt sie gerade die Schwungkraft nach dem Mittelpunkte des Krümmungskreises, welche nach dem vorigen auch $\frac{v^2}{2gr}$ ist, auf, d. h. sie hindert den Körper, sich weiter vom Mittelpunkte des Krümmngskreises zu entfernen oder den Krümmungskreis zu verlassen, sie ändert seine Richtung, krümmt seinen Weg, der sonst geradlinigt nach der Tangente fortgegangen wäre. Diese Schwungkraft nach dem Mittelpunkte des Krümmungskreises ist also hier derjenige Theil der vom vorigen Augenblicke her fortgesetzten Bewegung, welcher durch die Normalkraft gerade aufgehoben wird; der Widerstand, welchen die Trägheit der Krümmung der Bahn entgegensetzt.

Ob nun dieses, was eigentliche Folge der Trägheit ist, eine Kraft zu nennen sey, darüber kan ich nicht entscheiden; es giebt einige Fälle, in welchen es diesen Namen mehr zu verdienen scheint, als in andern; es ist aber am Ende immer nur Schein. Bey der freyen Centralbewegung verhält sich die Sache so, Ein Theil der Centripetalkraft wird auf Aenderung der Richtung, auf Krümmung des Weges, verwendet. Hat er diese Wirkung hervorgebracht, so wirkt er weiter nichts. Man stellt sich vor, eine entgegengesetzte Kraft habe ihn aufgezehrt, und nennt diese Schwungkraft. Im Grunde ist aber das, worauf er verwendet wurde, ein Theil der schon vorhandnen Bewegung, und also eine Folge der Trägheit gewesen; und wenn man es Kraft nennen darf, so ist es mit gleichem Rechte erlaubt, der Bewegung selbst eine Kraft zuzuschreiben, welches doch viele Lehrer der Mechanik nicht zulassen wollen. So könnte man der Bewegung des geworfenen Körpers eine Kraft, mit der sie fortgienge, zu-

schreiben, da sich doch alles, was sie bewirkt, aus Geschwindigkeit erklären läßt. Es ist zwar dem Sprachgebrauche des gemeinen Lebens gemäß, zu sagen; die Bombe fliege oder schlage mit Kraft und Gewalt; allein im Grunde läßt sich dies alles auf ihre Geschwindigkeit zurückführen. Es ist hiemit so, wie mit dem, was Leibnitz lebendige Kraft genannt hat, s. Kraft, lebendige. Wird dem bewegten Körper eine lebendige Kraft zugeschrieben, so ist die Schwungkraft der Theil davon, den die Normalkraft aufhebt; der übrige Theil verbindet sich mit der Tangentialkraft, und bestimmt mit dieser zugleich die folgende Geschwindigkeit des Körpers.

Bey Centralbewegungen **auf vorgeschriebenen Wegen**, wenn z. B. eine Kugel durch einen krummen Canal getrieben wird, (wie bey den kleinen Kegelspielen, wo man die Kugel mit einer Masse forttreibt,) drückt diese im krummen Theile der Bahn gegen die äußere Wand des Canals. Man sagt, sie drückt mit ihrer Schwungkraft dagegen. In diesem Falle nemlich ist gar keine Centripetalkraft vorhanden, und die Krümmung des Weges wird durch Festigkeit und Widerstand der krummen Wand bewirkt. Derjenige Theil der Bewegung, der auf die Wand lothrecht gerichtet ist, wird durch ihre Festigkeit aufgehoben, welche hier die Stelle der Normalkraft vertritt; was sie aufhebt, scheint zwar Kraft heißen zu können, weil es Druck verursacht, es ist aber doch ein Theil der vom vorigen Augenblicke her fortdaurenden Bewegung, und also nur dann Kraft, wenn man sich verstattet, der Bewegung Kraft beyzulegen.

Eine Kugel, auf einer glatten Tafel mit einem Faden an einen Stift befestiget, und im Kreise um den Stift geschwungen, spannt den Faden, zerreißt ihn sogar, wenn die Geschwindigkeit sehr groß ist. Hier, sagt man, zeigt sich die Schwungkraft deutlich; was spannen und zerreißen kan, muß doch Kraft heißen können. Aber man kan sich hier auch die Sache so vorstellen. Was den Körper an den Stift bindet, was die Stelle der Centripetalkraft vertritt, ist der Zusammenhang der Theile des Fa-

dens nach der Richtung des Halbmessers. An jeder Stelle hebt dieser Zusammenhang denjenigen Theil der Bewegung auf, der dieser Richtung entgegengesetzt ist. Es ist also das, was den Faden spannt, wiederum ein Theil der Bewegung, den zu verhindern, die Kraft des Zusammenhangs ganz oder zum Theil aufgewendet werden muß. Ist diese Kraft an irgend einer Stelle zu schwach, so wird nach ihrer völligen Verwendung doch noch etwas von jenem Theile der Bewegung übrig bleiben, der Körper wird sich wirklich vom Stifte entfernen, und den Theil des Fadens, dessen Zusammenhang mit dem nebenliegenden ganz verwendet oder aufgehoben war, mit sich nehmen, d. h. der Faden wird zerreißen. Also ist auch hier nur Kraft, in sofern man der Bewegung Kraft zuschreibt.

Wenn also ein großer Lehrer der Mechanik (Kästner höhere Mechan. 2 Abschn. §. 4.) erinnert, daß wir nicht wissen, ob Bewegung aus Kraft, oder Kraft aus Bewegung folge, so heißt dies so viel: Wir nennen die Ursache der Bewegung Kraft; in sofern aber eine Bewegung wieder Ursache einer folgenden Bewegung ist, liegt auch in der Bewegung selbst eine Kraft. Mir scheint doch hiebey das Wort Kraft in zweyerley Sinne genommen zu seyn, einmal für die Ursache neuer Bewegung, das anderemal für Folge der Trägheit, oder der Beharrlichkeit in vorîger Bewegung; einmal für Ursache der Aenderung, das anderemal für Folge der Nicht-änderung des Zustandes.

Der Körper sucht im folgenden Augenblicke seine vorige Bewegung fortzusetzen. Dies ist Trägheit, und die besten Lehrer der Mechanik (Kästner höh. Mech. Abschn. I. §. 23.) wollen nicht zulassen, es Kraft zu nennen. Es wird hier in zween Theile zerlegt. Der eine davon liegt in der geänderten Richtung des gekrümmten Wegs, und trägt bey, die Geschwindigkeiten im folgenden Augenblicke zu bestimmen. Der andere steht darauf senkrecht. Warum nennt man diesen andern Theil Kraft, da man doch dem Ganzen, wovon er ein Theil ist, mit dem er also homogen seyn muß, diesen Namen abspricht?

Inzwischen will ich gegen die einmal angenommene Benennung nicht streiten, nur erinnern, daß Centrifugalkraft zu einer andern Classe von Ursachen, als Centripetalkraft, gehöre, und daß es undeutliche Begriffe veranlasse, wenn man beyde so unbedingt und ohne weitere Erklärung unter dem Namen der Centralkräfte zusammenstellet. So sehr ich die unangenehmen Folgen dieser Undeutlichkeit selbst empfunden habe, so ist mir doch der Name Schwungkraft wegen der schönen Erfindungen, auf die er geführt hat, werth geworden. Ich würde ihn, als Ausdruck eines mathematischen zum Behuf der Rechnung angenommenen Begrifs, nicht hingeben, wenn ich auch abgeneigt wäre, das, was damit bezeichnet wird, physikalisch für eine Kraft im gewöhnlichen Sinne dieses Worts zu erkennen. Man könnte es vielleicht Schwung um C, Schwung um A u. s. f. nennen, und als den Theil der Bewegung ansehen, welcher den Körper von C, von A ꝛc. während des Zeittheils dt weiter entfernt; übrigens aber nach Newtons und Eulers Beyspiele nur von einer Centralkraft der vi centripeta reden.

## Centralkräfte bey der Kreisbewegung.

Bey der Kreisbewegung ist, wie im Artikel: Centralbewegung, schon erwiesen worden, die Centripetalkraft $f = \frac{c^2}{2ga}$, wenn c die Geschwindigkeit, a den Halbmesser des Kreises bedeutet. Nach den obigen Sätzen ist die Schwungkraft auch $= \frac{c^2}{2ga}$. Daher sind bey der Kreisbewegung beyde Kräfte gleich.

Hieraus ist schon bey dem Worte: Centralbewegung, gefolgert worden, daß sich die Schwungkraft um den Mittelpunkt des Kreises zur Schwere, wie die doppelte der Geschwindigkeit zugehörige Höhe zum Halbmesser, verhalte.

Um dies mit Ausdrücken, die bey andern Schriftstellern vorkommen, vergleichen zu können, ist zu bemerken;

1) daß hier beschleunigende Kräfte verstanden werden, welche man noch mit der Masse des bewegten Körpers zu multipliciren hat, wenn man die bewegende Kraft finden will, s. Kraft, beschleuigende, bewegende. Daher ist die bewegende Centripetalkraft hier $=\frac{Mc^2}{2a}$, wenn M die Masse des Körpers ist. 2) Da 2g für alle Fälle dasselbe bleibt, so verhalten sich bey zwo verschiednen Kreisbewegungen die Schwungkräfte, wie $\frac{Mc^2}{a}$. Daher sagen einige, die Schwungkraft sey gleich dem Producte der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit, dividirt durch den Halbmesser des Kreises. Dies scheint von den hier gefundenen Bestimmungen abzuweichen; es ist aber eben dasselbe, nur nach einer andern Einheit ausgedrückt. Nemlich die Schwere wird dabey nicht = 1, sondern = 2g angenommen. Man darf daher die Masse des Körpers nicht seinem Gewichte gleich setzen, sondern muß das Gewicht erst durch 2g dividiren, und so kömmt in allen Fällen eben das, was unsere Formel giebt.

Aus dem Satze, daß sich bey zwoen Kreisbewegungen die Schwungkräfte, wie $\frac{Mc^2}{a}$ verhalten, läst sich folgendes herleiten.

1) Bey gleichen Halbmessern der Kreise und gleichen Geschwindigkeiten verhalten sich die Schwungkräfte, wie die Massen der Körper.

2) Weil die Umlaufszeit t $\frac{2\pi a}{c}$ sich, wie $\frac{a}{c}$ verhält, also $\frac{Mc^2}{a}$, wie $\frac{Mc}{t}$, oder wie $\frac{Ma}{t^2}$, so verhalten sich die Schwungkräfte bey gleichen Massen und Umlaufszeiten, wie die Halbmesser.

3) Bey gleichen Umlaufszeiten aber, wie die Producte der Massen durch die Halbmesser. Verhalten sich hiebey die Massen verkehrt, wie die Halbmesser, so sind die Schwungkräfte gleich.

4) Bey gleichen Massen und Halbmessern verhalten sich die Schwungkräfte, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten.

5) Bey gleichen Halbmessern, wie die Producte der Massen in diese Quadrate.

6) Bey gleichen Massen und Geschwindigkeiten verkehrt, wie die Halbmesser.

7) Bey gleichen Geschwindigkeiten ist das Verhältniß der Schwungkräfte aus dem directen der Massen und dem umgekehrten der Halbmesser zusammengesetzt.

8) Sind Massen und Schwungkräfte gleich, so verhalten sich die Quadrate der Umlaufszeiten, wie die Halbmesser; auch die Quadrate der Geschwindigkeiten, wie die Halbmesser.

9) Soll die Schwungkraft der Schwere, oder, als bewegende Kraft betrachtet, dem Gewichte des Körpers gleich seyn, so muß die der Geschwindigkeit zugehörige Höhe der Hälfte des Halbmessers gleich seyn, oder der Körper muß so geschwind laufen, als ob er durch die Hälfte des Halbmessers gefallen wäre.

10) In diesem Falle ist die Umlaufszeit zu der Zeit, in welcher der Körper durch die Hälfte des Halbmessers fällt, wie $2\pi : 1$, d.i. wie der Umkreis zum Halbmesser.

11) Verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt, wie die Halbmesser, so sind die Schwungkräfte umgekehrt, wie die Würfel der Halbmesser.

## Centralkräfte bey den Bewegungen in Kegelschnitten.

Wenn sich die Centripetalkraft f umgekehrt, wie $y^2$, oder wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte, verhält, so ist die Bahn ein Kegelschnitt, s. Centralbewegung, und $f = \frac{a^2 e}{y^2}$, wo a die Entfernung vom Mittelpunkt der Kräfte, oder den Radius vector an einer Stelle, wo er mit der Bahn rechte Winkel macht, e den Raum, durch welchen die Centripetalkraft an dieser

Stelle den Körper in der ersten Secunde treiben würde, bedeutet. Die Geschwindigkeit des Körpers an eben dieser Stelle heißt c, die an andern Stellen v.

Die Centripetalkraft f läßt sich überall in eine Tangentialkraft und eine Normalkraft zerlegen. Von der Normalkraft ist schon im vorigen gezeigt worden, daß sie $= \frac{v^2}{2gr}$ sey, wo r den Halbmesser der Krümmung bedeutet. Die Tangentialkraft aber nach der Richtung qm verhält sich zu f, wie qm:rm (Taf. V. Fig. 78.), d. i. wie mr:Mm, oder wie $-dy:ds$, und ist also $= \frac{-fdy}{ds} = \frac{-fdy}{vdt}$. Sie wirkt auf die Geschwindigkeit, und die Geschwindigkeit, welche sie in der Zeit dt erzeugt, oder $\frac{-2gfdy}{v}$ *) ist $= dv$. Die Normalkraft hingegen wirkt blos auf die Aenderung der Richtung.

Die Schwungkraft kan hier nur um Punkte betrachtet werden, welche in einer auf die Bahn senkrechten Linie, d. i. im Halbmesser der Krümmung liegen. Der vornehmste dieser Punkte ist der Mittelpunkt der Krümmung. Die Schwungkraft um diesen ist $= \frac{v^2}{2}$, also überall der Normalkraft gleich. In jedem Elemente der Bahn nemlich ist die Bewegung als Kreisbewegung im Krümmungskreise zu betrachten, dessen Halbmesser aber an jeder Stelle ein anderer ist.

In den Stellen A und P, wo der Halbmesser der Krümmung auf die Richtung der Axe fällt, kan man Schwungkraft oder Schwung um mehrere Punkte der Axe

*) Die negativen Zeichen bey diesen Formeln zeigen hier nichts weiter an, als daß die Tangentialkraft dem dy entgegen gesetzt ist, d. h. daß sie der vorigen Bewegung entgegen wirkt, wenn der Radius vector im Zunehmen ist, und umgekehrt.

betrachten. Die um den Mittelpunkt der Krümmung (welcher von A um den halben Parameter entfernt liegt) ist bey A = f so groß, als die Centripetalkraft, die hier ganz Normalkraft ist. Die Schwungkraft um C aber ist $= \frac{c^2}{2\,ga}$, und kleiner als f, daher der Körper von der Centripetalkraft mehr an den Mittelpunkt der Kräfte genähert wird. In P ist die Schwungkraft um den Mittelpunkt der Krümmung ebenfalls der Centripetalkraft gleich; die um C aber größer, daher der Körper durch den Schwung vom Mittelpunkte der Kräfte entfernt wird, und so die andere Hälfte der Ellipse durchläuft.

Die vollkommne Uebereinstimmung zwischen den Gesetzen des Planetenlaufs und der Centralbewegungen läst uns nicht zweifeln, daß die Planeten durch eine Centralkraft gegen die Sonne getrieben werden, deren Stärke sich umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhält. Diese Kraft, mit des Planeten Bewegung verbunden, bestimmt an jeder Stelle seine Richtung und Geschwindigkeit. Was die erste Bewegung der Himmelskörper verursacht habe, ist wohl nur dem Urheber derselben bekannt. Man kan sich aber vorstellen, der in P befindliche und gegen die Sonne C gravitirende Planet sey mit einer gewissen Geschwindigkeit nach einer auf PA senkrechten Richtung geworfen worden. War dieser Wurf so stark, oder diese Geschwindigkeit so groß, daß die daraus entstehende Schwungkraft um C gerade der Centripetalkraft gleich ward, so muste der Planet einen Kreis um C, war er stärker, eine Ellipse um den Brennpunkt C beschreiben, und bey einem sehr starken Wurfe hätte diese Ellipse sogar in eine Parabel oder Hyperbel übergehen können. Die Würfe der Planeten kommen denen, die zum Kreise nöthig sind, nahe, ihre Richtungen gehen auch alle auf einerley Seite, und fallen ziemlich in einerley Ebne. Die Würfe der Kometen sind weit stärker, und daher ihre Ellipsen eccentrischer. Wenn es Körper giebt, die so stark geworfen wurden, daß sie eine Parabel oder Hyperpel beschrieben, so

können wir doch keine Kenntniß von denselben haben, weil ihre Bahnen nicht wieder in sich zurückkehren. Sie können in andere Systeme übergegangen seyn, ohne je wieder zu uns zu kommen.

Nach dem Zeugnisse Plutarchs haben schon einige Weltweisen des Alterthums die Bewegungen in krummen Linien aus einer Kraft gegen den Mittelpunkt und aus der Kraft der Umdrehung oder des Schwungs selbst hergeleitet; aber ihre Begriffe hievon waren viel zu unvollständig. Galilei lehrte zuerst etwas bestimmteres; allein er schränkte sich blos auf einen besondern Fall der Centralbewegungen, nemlich auf die Bahn geworfener Erdkörper ein, welche parabolisch ist, und durch die Schwere nach der Erde verbunden mit der vom Wurfe herrührenden Bewegung bestimmt wird.

Die erste Bekanntmachung der Sätze von der Schwungkraft im Kreise hat man Huygens zu danken, der sie anfänglich (Theoremata de vi centrifuga, im Horologio oscillatorio, Paris. 1673. fol. P. V.) ohne Beweis herausgab. In der nach seinem Tode erschienenen Sammlung (Christ. Hugenii Opuscula posthuma, Lugd. Bat. 1703. 4.) finden sie sich nebst den Beweisen als eine eigne Abhandlung unter dem Titel: De vi centrifuga. Er begleitete diese Sätze mit einigen sehr scharfsinnigen Anwendungen auf besondere Arten der Schwungbewegung, berechnete auch die Schwungkraft bey Umdrehung der Erde und die daraus entstehende Verminderung der Schwere, und leitete daraus die Vermuthung einer abgeplatteten Gestalt der Erdkugel her.

Newton betrachtete die Lehre von den krummlinigten Bewegungen aus einem weit allgemeinern Gesichtspunkte, und fand mit Hülfe der erhabensten Geometrie ihre Gesetze, deren Erklärung einen großen Theil seines unsterblichen Werks (Principia philos. natur. mathemat. Lond. 1687. 4.) ausmacht. Er fand zuerst, daß bey allen Centralbewegungen der Radius vector in gleichen Zeiten gleiche Flächen durchlaufen müsse, und daß umgekehrt dieses Durchlaufen gleicher Flächen, welches nach Keplern

bey dem Laufe der Planeten statt findet, ein gewisses Zeichen einer Centralbewegung oder einer stets nach einerley Punkte wirkenden Kraft sey. Er gieng nun auf die Untersuchung fort, nach was für einem Gesetze sich die Centripetalkraft in verschiedenen Entfernungen vom Mittelpunkte ändern müsse, wenn die Bahn eine Curve von dieser oder jener Natur werden solle. Dieses Problem, aus der gegebnen krummen Linie das Gesetz der Kraft zu finden, heißt die **Aufgabe der Centralkräfte.** Da es blos Differentialrechnung erfordert, so reichte die damalige Geometrie vollkommen hin, um eine allgemeine Auflösung davon zu geben. Newton fand (Princip. L. I. Sect. 3. Prop. 11.), wenn die Bahn eine Ellipse sey, und der Mittelpunkt der Kräfte im Brennpunkte liege, so müsse sich die Centripetalkraft umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhalten. Da nun dies der Fall beym Planetenlaufe ist, so schloß er hieraus, daß die Planeten von einer Kraft, die sich nach diesem Gesetze richte, gegen die Sonne getrieben werden, und gründete hierauf im dritten Buche der Principien seine vortrefliche Mechanik der himmlischen Bewegungen.

**Die verkehrte Aufgabe der Centralkräfte,** d. i. aus dem Gesetze der Kraft die Natur der krummen Linie, und dann aus der Geschwindigkeit des Wurfs die Bahn selbst zu finden, erfordert Integralrechnung, welche Newton zwar erfunden, aber noch nicht so weit entwickelt hatte, als es zu einer allgemeinen Auflösung dieses Problems nöthig ist. Er begnügte sich also, durch sinnreiche Methoden das Problem für einzelne Fälle aufzulösen, und unter andern zu zeigen, daß, wenn die Kraft sich verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhält, ein Kegelschnitt beschrieben werde, dessen Beschaffenheit von der Geschwindigkeit des Wurfs abhängt. Johann Bernoulli (Mém. de Paris 1710. und Opp. To. I. p. 469.) hat diese wichtige Aufgabe zuerst in ihrer Allgemeinheit aufgelöset, und Newtons Auflösung für den besondern Fall des Gesetzes der Gravitation darum getadlet, weil er (Princip. L. I. prop. 17.) stillschweigend annehme, es werde ein Kegel-

schnitt beschrieben, und nur untersuche, was für einer es sey, welchen ganz gegründeten Tadel Montucla mit Unrecht eine Chikane nennt. Nachdem haben andere Lehrer der Mechanik, z. B. Euler (Mechan. To. I. L. V. prop. 80.) und Kästner (höh. Mechan. §. 202—240.), mit Hülfe der seitdem erfundenen Kunstgriffe der Integralrechnung, Auflösungen gegeben, welche Leichtigkeit mit Strenge der Methode verbinden. Was ich im Art. Centralbewegung hievon beygebracht habe, war hier hinreichend, um die Unentbehrlichkeit der Infinitesimalrechnung bey den wichtigsten Beweisen der Physik zu zeigen, und Formeln zu erhalten, welche die meisten Fragen leicht beantworteten. Ich kenne die Einwendungen wohl, die ein strenger Geometer gegen die Unvollständigkeit dieses Beweises machen müste; aber ihnen abzuhelfen, wäre hier unzweckmäßige Weitläufigkeit gewesen.

**Centralmaschine.** Machina experimentis de motu centrali capiendis inserviens, *Machine pour les experiences du mouvement central.* Eine zur Geräthschaft der Experimentalphysik gehörige Maschine, durch welche man eine horizontale Scheibe schneller oder langsamer um ihren Mittelpunkt drehen kan.

Es wäre überflüßig, solche Maschinen, denen man sehr verschiedene Einrichtungen geben kan, hier zu beschreiben und abzubilden. Jeder Anfänger in der Mechanik kennt die Mittel, horizontale Umdrehungen zu bewirken. Das einfachste ist, ein Rad, das man mit einer Kurbel umdreht, durch eine Schnur ohne Ende mit einem stehenden Würtel zu verbinden, auf dessen Axe die Scheiben oder Körper, die man drehen will, aufgesteckt werden können. Das Rad, das man mit der Hand dreht, kan liegen, wie bey der Maschine zum Glasschleifen (Wolf, Elem. Dioptr. Probl. 57.), oder es kan stehen, wie bey Nollets Centralmaschine (Leçons de Physique exper. To. II. Leç. 5. Sect. 2. Exp. 1.), welche auch in Winklers Physik (zweyte Lehre Cap. 5. §. 91.) beschrieben und abgebildet worden ist. Im erstern Falle bekömmt die Ma-

schine eine bequemere mehr ins Kleine gebrachte Gestalt. So verfertigen die englischen Künstler ihre Centralmaschinen. Im letztern Falle muß die Schnur über Rollen gehen, die ihre vorher in die Verticalfläche fallende Richtung in eine horizontale verwandlen. Ein stehendes Rad könnte auch, wie bey den Drehbänken, durch Treten bewegt werden. Schnellere Umdrehung wird entweder durch schnelleres Drehen des Rads, oder durch einen Würtel von kleinerm Durchmesser bewirkt, daher es bequem ist, den Würteln mehrere Einschnitte von verschiednen Durchmessern zu geben, um die Schnur bald in diesen, bald in jenen, einlegen zu können; wobey aber auch dafür gesorgt seyn muß, daß man die Schnur in allen Fällen gehörig spannen könne.

Ich schränke mich hier darauf ein, einige mit dieser Maschine anzustellende Versuche anzuführen. Taf. V. Fig. 80. stellt einen dazu gehörigen Träger (*Portant*) vor, der sich mitten auf die umzudrehende Scheibe stecken läßt. Von C bis D ist ein glatter Eisendrath gezogen, unter welchem auf dem Träger selbst eine in Zolle getheilte Linie hingeht. An diesen Drath lassen sich durchbohrte elfenbeinerne Kugeln F und E stecken, welche leicht und ohne starke Reibung daran hingleiten. Setzt man von zwo gleich großen Kugeln, die mit einem seidnen Faden verbunden sind, die eine über den Mittelpunkt in A, die andere um die Länge des Fadens vom Mittel entfernt, so wird bey Umdrehung der Scheibe und des Trägers die entferntere Kugel gegen das nächste Ende des Trägers zu fliegen und die andere mit sich fortreißen. Wird der Faden zerschnitten, so geht zwar jene nach dem Ende zu, läßt aber die in A zurück. Werden beyde, wie es die Figur darstellt, in gleiche Entfernungen von A gebracht, so bleiben sie beyde stehen, so schnell auch die Umdrehung seyn mag. Zerschneidet man den Faden, so geht F nach C und E nach D.

Nimmt man statt der elfenbeinernen Kugeln zwo gleich große messingene, die aber so ausgehöhlt sind, daß sich ihre Gewichte oder Massen wie 1 zu 2 verhalten, und

stellt sie in gleiche Entfernung vom Mittel, so fliegt bey der Umdrehung die schwerere gegen das nächste Ende und reißt die leichtere mit sich fort. Stellt man aber die leichtere in eine doppelte, und die schwerere in eine einfache Entfernung vom Mittelpunkte, so bleiben beyde an ihren Stellen.

Füllt man in eine gläserne Röhre flüßige Materien von verschiedener specifischen Schwere, z. B. Quecksilber, Wasser und Luft, und befestiget diese Röhre verschlossen auf den Träger in einer schiefen Lage, wie aD, so wird bey schneller Umdrehung das Quecksilber den höchsten und die Luft den niedrigsten Platz in derselben einnehmen.

Der Erfolg dieser Versuche stimmt vollkommen mit der im Artikel: Centralkräfte, angegebnen Theorie der Schwungkraft oder des Schwunges bey der Kreisbewegung überein. Diese Schwungkraft ist, als bewegende Kraft betrachtet, $=\frac{Mc^2}{2\,ga}$; sie verhält sich also stets, wie $\frac{Mc^2}{a}$, oder, was eben so viel ist, wie $\frac{Ma}{t^2}$; oder hier, wo die Umlaufszeit t der auf dem Träger befindlichen Körper der Umlaufszeit des Trägers selbst gleich, und also für den einen eben so groß, als für den andern, ist, wie Ma, oder wie das Product der Masse in die Entfernung vom Mittelpunkt. Man wird bey allen angeführten Versuchen finden, daß derjenige Körper den andern überwindet oder nach sich ziehet, bey welchem dieses Product größer, als bey dem andern, ist, und daß diejenigen Körper einander nicht bewegen, bey welchen die Producte der Masse in die Entfernung vom Mittel gleich sind, oder bey welchen die Entfernungen vom Mittel sich umgekehrt, wie die Massen, verhalten.

Bey dem Versuche mit der Glasröhre, welche Flüssigkeiten von verschiedenen specifischen Schweren enthält, bewegen sich zwar die leichtern Materien mit größerer Geschwindigkeit; aber die Schwungkraft der schwereren wird

wegen ihrer beträchtlichen Masse in einem weit größern Verhältnisse verstärkt. So treibt die erste ans Wasser grenzende Lage des Quecksilbers das Wasser aus der Stelle, ihr folgt die zweyte nach u. s. f., bis endlich die schwerste Materie an die äußersten Theile des Umkreises gedrungen ist.

Man hat Vorrichtungen angegeben, durch welche sich auch elliptische Bewegungen auf der Centralmaschine hervorbringen lassen. Sie sind aber nichts, als physikalische Spielwerke, und die Gestalt der Bahn wird dabey durch Mittel erhalten, die über die Natur der elliptischen Centralbewegungen nicht das geringste Licht verbreiten können.

*Nollet* Leçons de physique experimentale, Paris 1753. 8. To. II. Leç. 5. Sect. 2.

**Centrifugalkraft,** Vis centrifuga, *Force centrifuge.* Man giebt diesen Namen einer Kraft, mit welcher bey Centralbewegungen der Körper sich stets vom Mittelpunkte des Krümmungskreises zu entfernen strebt. Sie wird auch Schwungkraft genannt. Es ist eigentlich ein Theil der Bewegung, welche der Körper im vorhergehenden Zeittheile hatte, und im folgenden seiner Trägheit wegen fortsetzt. Mehr hievon siehe bey den Worten: Centralkräfte, Schwungkraft.

Newton, der bey den Centralbewegungen nur einer Kraft, nemlich der Centripetalkraft, gedenkt, versteht an einer andern Stelle (Princ. L. II. Prop. 23.) unter Centrifugalkräften diejenigen, mit welchen sich die Theile elastischer Flüßigkeiten abstoßen, oder von einander zu entfernen streben.

**Centripetalkraft,** Vis centripeta, *Force centripete.* Die Kraft, welche bey Centralbewegungen den Körper stets nach einem gewissen Punkte, dem Mittelpunkte der Kräfte, treibt, s. Centralbewegung, Centralkräfte. Sie läßt sich nach den Regeln der Zerlegung der Kräfte in zwo Theile zerlegen, in eine Tangential-

kraft, die entweder mit der Richtung der Bahn des Körpers zusammenfällt, oder dieser Richtung gerade entgegen geht, und eine **Normalkraft**, welche auf die Bahn senkrecht gerichtet ist. Jene verstärkt oder vermindert die vorige Geschwindigkeit des Körpers, diese krümmt seine Bahn an jeder Stelle. Das Gesetz, nach welchem die Centripetalkraft von der Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte der Kräfte abhängt, bestimmt die Natur der Curve, in welcher der Körper getrieben wird. Bey der Kreisbewegung ist die Centripetalkraft in allen Stellen gleich groß; auch ist sie hier ganz Normalkraft, und wirkt nur auf Krümmung des Wegs, nicht auf Geschwindigkeit. Bey den Bewegungen der Himmelskörper in Ellipsen verhält sie sich umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte, bekömmt den Namen der **Gravitation oder allgemeinen Schwere**, und wird als eine Gattung der Attraction angesehen.

**Centrobarysch**, Centrobarycum, *Centrobaryque.* Was sich auf den Schwerpunkt der Körper bezieht, oder aus Betrachtung desselben hergeleitet wird. In der Geschichte der Geometrie ist unter dem Namen der **centrobaryschen Methode** eine Regel bekannt, den Inhalt der Flächen und Körper zu finden, indem man die Linien und Flächen, durch deren Bewegung sie erzeugt werden, in den Weg multiplicirt, den ihr Schwerpunkt bey dieser Erzeugung nehmen muß. Diese Regel, deren schon **Pappus** (Praef. ad lib. VII. Collect. math.) gedenkt, ist von dem Jesuiten **Guldin** (De centro grav. Vindob. 1635. fol.) weiter ausgeführt, durch die Integralrechnung aber völlig entbehrlich gemacht worden.

*Centrum*, s. **Mittelpunkt.**

*Centrum gravitatis*, s. **Schwerpunkt.**

**Chrystallen.** Dies ist ohne Zweifel die gehörige Rechtschreibung dieses von dem griechischen χρυος, glacies, entsprungnen Wortes. Bey der jetzigen Gewohnheit, auf Etymologien nicht mehr zu achten, möchte es hier nicht gesucht werden. Man s. daher **Krystallen.**

**Chrystallisation,** f. **Krystallisation.**

**Chymie,** Chemie, Chymia, Chemia, *Chymie.* Diesen Namen führt die Lehre von der Auflösung der Körper in ihre Bestandtheile, und ihrer Zusammensetzung aus denselben, oder, wie es andere ausdrücken, von der Bearbeitung der Stoffe. Es ist hiebey nicht von Theilung oder mechanischer Zertrennung die Rede, wobey die Theile mit dem Ganzen selbst von einerley Beschaffenheit sind, sondern von Zerlegung in ungleichartige Grundstoffe, und anderweiter Zusammensetzung derselben zu neuen Producten. Da in der Körperwelt solche Zerlegungen und anderweite Zusammensetzungen im Großen beständig vorgehen, und sehr viele Naturbegebenheiten nicht anders als aus den Eigenschaften und Wirkungen der Grundstoffe auf einander erklärt werden können, auch am Ende alle vorhandene Stoffe und deren Wirkungen zu den Gegenständen der Naturlehre gehören, so sieht man wohl, daß sich keine gründliche Kenntniß der Natur ohne Chymie denken lasse, daß vielmehr die ganze Chymie einen Theil der Physik selbst ausmache.

Sie ist jedoch fast immer von der Physik getrennt, und als eine eigne Wissenschaft behandlet worden; welche Absonderung sich auch durch die Weitläufigkeit des Gegenstands vollkommen rechtfertigen läst. Es ist hiebey schwer, die Grenzen zu bestimmen, welche man bey einer guten und zweckmäßigen Classifikation der Naturwissenschaften zwischen Physik und Chymie zu ziehen hat. Naturgeschichte, angewandte Mathematik und Chymie machen die Grundtheile der Physik aus, und wer sie alle ganz von derselben trennen wollte, würde für das, was er dann noch Physik nennen könnte, nichts, oder höchstens einige unvollkommene oder übel verbundene Bruchstücke übrig behalten. Wollte man auch vorschreiben, mit dem Studium jener drey großen Abschnitte den Anfang zu machen, und sie dann in ihrem Zusammenhange unter einander und in ihrer Verbindung zur Erklärung der Naturbegebenheiten unter dem Namen der Physik anzuwenden, so steht

wiederum dies im Wege, daß sie selbst eine der andern Hülfe bedürfen, da z. B. Mineralogie, als ein Theil der Naturgeschichte nicht ohne Chymie, Chymie wiederum nicht ohne Naturgeschichte und Lehren der angewandten Mathematik gründlich erlernt werden kan. Es scheint, daß wir noch jetzt zufrieden seyn müssen, unsere Kenntnisse der Natur selbst durch Erfahrungen zu erweitern, bis einst ein Mann von hellem Blicke und philosophischem Geiste den ganzen Schatz derselben zu übersehen und in seine gehörigen Fächer zu ordnen vermögend seyn wird. Man kan nicht läugnen, daß die ältern Lehrbücher der Physik die Absonderung der Chymie zu weit getrieben und fast nichts als angewandte Mathematik vorgetragen haben. Die großen Erweiterugen, welche die neuere Physik dem jetzigen aufgeklärten Zustande der Chymie zu danken hat, musten die Physiker auf diesen Fehler aufmerksam machen, und so haben einige, vorzüglich Herr Karsten (Anl. zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, bes. für angehende Aerzte, Cameralisten und Oekonomen, Halle, 1783. 8.), mehr Chymie mit dem Vortrage der Naturlehre zu verbinden gesucht, auch hat Herr Lichtenberg in der neuesten Ausgabe der Erxlebenschen Anfangsgründe die unentbehrlichsten Grundkenntnisse aus der Chymie beygefügt. Man s. hierüber auch Hrn. Karsten Abhandlung (Vom eigenthümlichen Gebiet der Naturl. in den phys. chym. Abhandl. I Heft, Halle, 1786. 8. Num. 2.).

Man kan die Chymie in die reine, theoretische, welche von Zerlegung und Zusammensetzung der Stoffe an sich handlet, und die angewandte praktische eintheilen, welche die Kunst lehret, allerley für das menschliche Leben nützliche Auflösungen und Zusammensetzungen zu bewerkstelligen. Die letztere läst sich wiederum in pharmacevtische, ökonomische, metallurgische Chymie u. dgl. abtheilen. Von der eitlen Kunst der Alchymie ist in einem besondern Artikel geredet worden. Ueber den Ursprung und die Ableitung des Namens Chymie oder Chemie sind die Meinungen sehr getheilt. Man leitet ihn von χύμος, χέω, χῆμα, oder auch aus dem Arabischen

ed. Daß in den ältesten Zeiten ein Theil von Egypten Chemia geheißen hat, haben diejenigen wohl zu nützen gewußt, welche den Ursprung dieser Wissenschaft gern in Egypten finden möchten. Der Name kömmt zum erstenmale beym Zosimus vor (s. Wallerii chemia physica, Holm. 1760. 8. P. I. C. 2. §. 8.).

Die Geschichte der Chymie ist, was die ältesten Zeiten betrift, dunkler und ungewisser, als die Geschichte irgend einer andern Wissenschaft. Es ist gewiß, daß man sich schon sehr frühzeitig im Besitze verschiedener Künste befunden habe, welche einige chymische Kenntnisse vorauszusetzen scheinen. Bedürfniß und Nothwendigkeit mit Hülfe des Zufalls veranlaßten Erfindungen, aus welchen vollkomneres vernünftiges Nachdenken vielleicht erst lange nachher die ersten Sätze der Wissenschaft entwickelt hat. Man sucht den Ursprung der wissenschaftlichen Chymie insgemein bey den ältern Egyptiern, von deren bey den Griechen bekanntem Hermes oder Merkurius Trismegistus die Chymie den Namen der hermetischen Philosophie führet. Wahrscheinlich hat sich diese Kenntniß blos auf einige den Künsten nützliche Erscheinungen und Sätze eingeschränkt, so sehr sie auch von den Alchymisten des mittlern Zeitalters gerühmt worden ist, welche ihrer betrüglichen Kunst durch ein vorgebliches Alterthum Ansehen zu verschaffen suchten. Diese haben es freylich nicht unbemerkt gelassen, daß der in der Weisheit der Egyptier unterrichtete Moses, um das güldene Kalb zu zerstören und trinkbar zu machen, chymische Kenntnisse gehabt haben müsse, und daß Demokrit, dem die Alten so viel verborgne und wundervolle Wissenschaften zuschreiben, ein Schüler der egyptischen Priester gewesen sey.

Es hat aber diese Wissenschaft sehr frühzeitig das Unglück gehabt, mit der Goldmacherey und andern mit Vorsatz unter den Schleyer des Geheimnisses versteckten falschen Künsten vermischt und verwechselt zu werden. Diese thörichten Bestrebungen haben zwar manche gute Entdeckung veranlasset, aber doch den Fortgang der ächten Wissenschaft ungemein verhindert, und alles, was sich aus

alten und mittlern Zeiten von chymischen Erfindungen aufbewahret findet, in eine oft undurchdringliche Finsterniß gehüllt, durch welche nur hie und da ein schwacher Schein von Wahrheit durchschimmert. Dahin gehören die dem Hermes untergeschobnen Schriften nebst den Werken oder Nachrichten von Synesius, Zosimus, den Arabern Geber und Rhazes, Roger Bacon († 1294), Raimund Lullus († 1315), Arnold von Villanova († 1313), Basilius Valentinus aus dem funfzehnten und Isaak Hollandus aus dem sechszehnten Jahrhunderte. Man rechnet es ihnen als das gröste Verdienst an, daß sie wenigstens die Versuche, die ihnen fehlschlugen, deutlich erzählen, welche auf diese Art den lehrreichsten Theil ihrer Schriften ausmachen. Olaus Borrichius, ein bekannter Vertheidiger der Alchymie, hat ein Verzeichniß solcher Schriften (Conspectus scriptorum chemicorum, Hafn. 1697. 4.) und Langlet du Fresnoy (Histoire de la philosophie hermetique, Paris 1742. To. III. 12.) eine ausführliche Geschichte dieses finstern Theils der Chymie entworfen.

Theophrastus Paracelsus († 1541) und Johann Baptist van Helmont († 1644) wandten die Chymie vorzüglich auf die Arzneykunst an, und haben derselben bey aller der ausschweifenden Thorheit, mit welcher sie einer Universalmedicin nachstrebten, dennoch nützliche Dienste geleistet. Sie haben die Aerzte veranlasset, den Nutzen der Chymie anzuerkennen, und aus ihren Bereitungen neue und wirksame Heilmittel zu entlehnen.

Inzwischen waren die praktischen Künste des Bergbaues, der Metallurgie, Glasbereitung u. s. w. auf dem zwar langsamen und stillen, aber sichern Wege der Erfahrung und Ueberlieferung bis zu einer nicht unbeträchtlichen Stufe gestiegen. Der wieder erweckte Geschmack an den nützlichen Wissenschaften bewog einige einsichtsvolle Männer zu dem Wunsche, so brauchbare Kenntnisse für die Nachwelt schriftlich aufzuzeichnen. So entstanden die Werke des Agricola (De re metallica, Basil. 1546. fol.), Ercker (Aula subterranea, oder Beschreibung der

Sachen, so in der Tiefe der Erde wachsen, Prag 1574. fol.) und Neri (de arte vitraria, L. VII. Amst. 1686. 12.). Durch diese Schriften kamen viele auf chymische Grundsätze leitende Handgriffe der Künstler an den Tag. Selbst die der Alchymie und den Geheimnissen noch ergebnen Chymiker, wie Cassius, Orschall, Digby, Libavius, Borrichius, selbst van Helmont, fiengen um diese Zeit an, sich durch mehrere wichtige Erfahrungen und Entdeckungen auszuzeichnen. So wurden Materialien zu einem Gebäude gesammlet, dessen Errichtung nur noch von geschickten Baumeistern abhieng.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts fieng man an, dieses Gebäude vorzüglich in Deutschland aufzuführen. Rolfink, Tachenius, Lemery entwarfen dazu die ersten Plane. Jacob Barner (Chymia philosophica, Norib. 1689. 8.) führte nach ihrem Beyspiele die meisten Erscheinungen der Chymie auf das System von Säuren und Alkalien zurück, und Bohn, Professor der Arzneykunde zu Leipzig (Dissert. physico-chemicae, Lips. 1685. 4.), lieferte einige schätzbare chymische Abhandlungen. Am meisten aber haben sich um diese Wissenschaft Becher (Physica subterranea, Frf. 1669. 8. Oedipus chemicus, Frf. 1705. 12.) und Stahl (Gründliche Einleitung zur Chymie, Leipz. 1720. 8. Fundamenta chymiae dogmaticae et experimentalis, Norib. 1723. 4.) verdient gemacht. Beyde haben mit einem einzigen Blicke die unermeßliche Menge der chymischen Erscheinungen übersehen, und eine Theorie daraus gezogen, die durch die neuern zahlreichen Entdeckungen nur immer mehr bestätiget worden ist. Der große Boerhaave (Institutiones chemiae, Paris. 1724. 8. Elementa chemiae, Lugd. Bat. 1732. 4.) setzte hiezu noch seine vortreflichen Untersuchungen des Pflanzenreichs, der Luft, des Wassers und Feuers.

Von diesen Zeiten hebt die ruhmvolle und glänzende Periode der Chymie an. Man hat sich den Theorien der vorhingenannten großen Männer nicht blindlings überlassen, man hat vielmehr den Weg der Experimentaluntersuchung verfolgt, und ist dieser allein richtigen und sichern

Führerin in der Chymie mit vorzüglicher Standhaftigkeit treu geblieben. Es ist hier nicht der Ort, die Namen so vieler berühmten Chymisten zu nennen, welche vornehmlich in Deutschland, Frankreich und Schweden seit den letztern vierzig Jahren diese Wissenschaft bereichert, und durch sie nicht allein unsere Kenntnisse erweitert, sondern auch so manche neue Erfindungen und Erleichterungen für die Künste an den Tag gebracht haben. Diese Erweiterungen der Wissenschaft nehmen noch jetzt mit jedem Jahre zu, und es scheint erst der Nachwelt vorbehalten, ein so beträchtliches Ganzes gehörig zu übersehen und zu ordnen.

Unter den vielen chymischen Lehrbüchern der Neuern reicht wohl keines an die Vollständigkeit des Macquerschen Wörterbuchs (Dictionnaire de chymie, Paris 1766. To. III. 12. übers. von Hrn. Pörner unter dem Titel: Allgemeine Begriffe der Chymie rc. Leipz. 1768. 3 Th. gr. 8.), besonders seitdem die zweyte sehr vermehrte Auflage desselben von Herrn D. Leonhardi aufs neue in unsere Sprache übersetzt, und mit Anmerkungen und sorgfältigen Nachträgen der neuern Schriften und Entdeckungen bereichert worden ist (Macquers chymisches Wörterbuch mit Anm. und Zus. von D. J. G. Leonhardi, Leipzig 1781 — 1785. 6 B. gr. 8.). Bey dem jetzigen schnellen Fortgange der chymischen Entdeckungen aber werden auch die fleißigsten Sammlungen dieser Art in wenigen Jahren unvollständig, und die italiänische Uebersetzung dieses Macquerschen Werks durch Scopoli (Venedig, 1784.) ist durch neuere Zusätze, die zum Theil von Volta herrühren, bereits zu zehen Bänden angewachsen. Um das neueste von Zeit zu Zeit zu erfahren, dienen die schätzbaren Journale des Herrn Crell (Chemisches Journal, 1—6 Th. 1778—1781. Neuste Entdeckungen in der Chemie, 1—12 Th. 1781—1784. Chemische Annalen, 1784— 1786. jährl. 12 Stück.), welche für eine Wissenschaft, die fast täglich neue Zusätze gewinnt, ein völlig unentbehrliches Institut ausmachen. Ich muß noch einiger guten Einleitungen in die Chymie, der Erxlebenschen (Gött. 1774. 8.) und Weigelschen (Greifswalde

1777. 8.) gedenken, deren leztere sich vornehmlich durch ausführliche Verzeichnisse der chymischen Schriften empfiehlt; doch fehlen in beyden einige wichtige erst seitdem hinzugekommene Entdeckungen.

Von dem Nutzen der Chymie zu reden, ist überflüßig. Es liegt am Tage, wie viel Licht sie über die genauere Kenntniß der Natur verbreitet, und wie sehr sie den Fortgang der Künste und die Bearbeitungen der Körper bisher befördert hat, und noch täglich befördert und erleichtert.

**Clavier, elektrisches,** *Clavecin electrique.* Ein elektrisches vom P. Laborde (Clavecin electrique, Paris 1761. 8.) angegebnes Spielwerk, wobey durch eine gewöhnliche Claviatur mit Hülfe der Elektricität silberne oder metallne Glocken angeschlagen werden.

Ein an seidnen Schnüren isolirter eiserner Stab trägt Glocken von verschiedenen Tönen. Für jeden Ton sind zwo gleichgestimmte Glocken da, deren eine an einem Metalldrathe, die andere an einer seidnen Schnur vom Stabe herabhängt, zwischen beyden hängt ein Klöppel ebenfalls an einem seidnen Faden herab, wie beym gewöhnlichen elektrischen Glockenspiele, s. Glockenspiel. Von der leztern an der seidnen Schnur hängenden Glocke geht ein Drath herab, der sich unten in einen Ring endigt, in welchen ein kleiner eiserner auf einem isolirten eisernen Stabe ruhender Hebel eingreift. Werden nun beyde Stäbe elektrisirt, so theilen sie ihre Elektricität allen Glocken mit, und die Klöppel hängen ruhig. Drückt man aber eine Taste der Claviatur nieder, so wird der mit ihr verbundne Hebel an einen eisernen nicht-isolirten, oder mit der Erde verbundenen, Stab angedrückt, und dadurch die Elektricität der einen Glocke augenblicklich abgeleitet. Der nun zwischen einer elektrisirten und einer nicht-elektrisirten Glocke befindliche Klöppel fängt sogleich zu spielen an, und erregt durch das schnelle Anschlagen an beyde gleichgestimmte Glocken einen Ton, der dem Tremulanten der Orgel ähnlich ist, und so lang anhält, als der Finger auf der Taste liegt. Durch Aufhebung des Fingers fällt der

Hebel auf den elektrisirten und isolirten Stab zurück, und das Anschlagen hört sogleich auf. Man sieht leicht, daß sich ein solches Instrument, wie ein gewöhnliches Clavier, spielen lasse.

*La Fond* Dictionn. de physique, Art. *Clavecin electrique.*

Clima, s. Klima.

Coaguliren, s. Gerinnung.

**Cohäsion**, Zusammenhang, Cohaesio s. Cohaerentia corporum, *Cohésion ou Cohérence des corps.* Diesen Namen führt das allgemeine Phänomen der Attraction in dem besondern Falle, wenn die sich berührenden Theile eines und ebendesselben Körpers (bisweilen auch zweener verschiedenen Körper) so verbunden sind, daß eine Kraft nöthig ist, um sie zu trennen. So hängen die Theile eines Metalldraths so fest zusammen, daß es einer beträchtlichen Gewalt, eines starken angehangnen Gewichts, bedarf, um sie zu trennen und den Drath zu zerreißen. Auch die Theile flüßiger Materien hängen zusammen, und lassen sich nicht ohne Aufwendung einiger Kraft trennen; doch ist dieser Zusammenhang weit geringer, als bey den festen Körpern; eine kleine Menge von Theilchen eines flüßigen Körpers ist schon durch ihr eignes Gewicht allein vermögend, sich in Gestalt eines Tropfens von dem Ganzen loszureißen. Körper, deren Theile sehr fest zusammenhängen, und der Kraft, die sie trennen oder ihre Lage ändern will, stark widerstehen, heißen harte Körper; andere, deren Theile sich leichter trennen und in andere Lagen bringen lassen, heißen weiche, und in einem besondern Falle elastische Körper, s. diese Worte.

Von der Ursache des Zusammenhangs der Körper wissen wir gar nichts, und wenn ich ihn hier mit Newtons Schülern Attraction nenne, so ist meine Meinung nicht, ihn aus der Attraction, als einer physischen Ursache, zu erklären; vielmehr brauche ich das nicht ganz bequem gewählte Wort Attraction nur dazu, um mehrere ähnliche Phänomene, die sich in verschiedenen Fällen äußern, mit einem allgemeinen Namen belegen zu können. Streben

nach Annäherung und Widerstreben gegen Trennung sind doch an sich so identische Phänomene und ihrer Natur nach so unzertrennlich mit einander verbunden, daß man sie nothwendig zu einerley Classe von Erscheinungen rechnen muß, sie mögen sich nun an Körpern, die weit von einander entfernt sind, oder an nahen Körpern, oder an den sich berührenden Theilen eines und ebendesselben Körpers zeigen. Legt man dieser Classe von Phänomenen überhaupt den Namen Attraction bey, so kömmt er auch jedem besondern Falle, mithin auch der Cohäsion oder dem Widerstande zu, den die Theile der Körper ihrer Trennung entgegensetzen. Hiemit wird über die Ursache der Cohäsion nichts entschieden; sie wird blos als ein unläugbares Phänomen der Körper angesehen, s. Attraction.

Da der Zusammenhang der Körper, wovon ihre Härte und Festigkeit abhängt, ein so wichtiges Phänomen ist, ohne welches die ganze Körperwelt ein unförmliches Chaos bleiben würde, so hat es freylich an Hypothesen über die Ursache desselben nicht gefehlet. Die Peripatetiker sahen Härte und Zusammenhang als eine Qualität der zweyten Ordnung, d. i. als eine Wirkung an, welche von der Trockenheit, einer Qualität der ersten Ordnung, als ihrer Ursache, herrühre. Andere haben einen Leim zwischen den kleinen körperlichen Theilen, oder wohl gar Häkchen, mit denen sie in einander greifen, angenommen. Dabey bleibt die Hauptfrage selbst, was die Ursache des Zusammenhangs in diesem Leime oder Häkchen sey, unbeantwortet; solche Erklärungen werden auch niemand zum Beyfall reizen. Galilei suchte den Zusammenhang der Körper durch die Kraft der Leere zu erklären.

Descartes ((Princ. Philos. P. II. §. 55.) erklärt die Härte und den Zusammenhang der festen Körper für nichts weiter, als Ruhe der Theile, da hingegen die Theile der flüßigen Körper nach ihm in einer beständigen Bewegung seyn sollen. Da aber in der Ruhe keine besondere Kraft liegen kan, so begreift man hieraus nicht, warum es so schwer sey, einen Drath zu zerreißen, oder seine Theile zu trennen, da es doch sehr leicht ist, den ganzen Drath zu

bewegen. Ueberdies hängen auch flüßige Körper zusammen, ja sogar feste, indem ihre Theile in heftiger Bewegung sind, z. B. schwingende Saiten, tönende Glocken, Metalle, indem sie gehämmert werden, u. m.

Jacob Bernoulli (De gravitate aetheris, Amst. 1683. 8. und in s. Opp. To. I. p. 45.) nimmt an, die Theilchen der Körper würden durch den Druck einer auf sie wirkenden flüßigen Materie zusammengehalten. Er nimmt zuerst die Luft für diese Materie an. Dies ist ganz falsch, weil der Zusammenhang fester Körper unter der Glocke der Luftpumpe nicht im mindesten geschwächt wird. Bernoulli selbst findet am Ende die Luft unzulänglich, und dies als einen Beweis für das Daseyn eines Aethers an, einer äußerst feinen, flüßigen und elastischen Materie, welche auf Theile, die sich genau berühren, zwischen denen sie sich also nicht aufhalten könne, nur von außen her wirke, und sie zusammendrücke. Habe ein Körper viel Zwischenräume, und verstatte also dem Aether, in das innere zu dringen und durch einen Gegendruck von innen heraus entgegen zu wirken, so sey der Zusammenhang schwächer; werde endlich der innere Gegendruck eben so stark, als der Druck von außen, so sey der Körper flüßig. Winkler (Anfgr. der Physik, §. 642 u. f.) berechnet hieraus, daß die Elasticität des Aethers 1912mal stärker als die Elasticität der Luft seyn müsse, um einem kupfernen Drathe von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser, der, um zerrissen zu werden, 299 Pfund Gewicht erfordert, seine Festigkeit zu geben.

Newton selbst scheint dieser Hypothese nicht ganz abgeneigt gewesen zu seyn; wenigstens hat er das Wort Attraction nie in dem Sinne genommen, daß dadurch eine innere der Materie wesentliche Kraft verstanden werden sollte, welche jede fernere vielleicht im Stoß oder Druck eines äußern flüßigen Mittels liegende Ursache gänzlich ausschlösse. Man findet seine Aeußerungen hierüber bey den Worten: Attraction, Aether. Es bleibt aber immer unerklärbar, wie eine Materie, die alle Zwischenräume der Körper durchdringen soll, einen so starken Ueberschuß des Drucks von außen über den Gegendruck von innen be-

wirken könne; und was gewinnt man am Ende durch eine solche Erklärung, die immer noch eine weitere neue Ursache voraussetzt, und die Frage übrig läßt, woher denn nun die Elasticität des Aethers komme, wobey derjenige, der sie aus einer Repulsion der Aethertheilchen herleiten will, gleiche Schwierigkeiten gegen sich hat mit dem, der den Zusammenhang aus einer Attraction der Theile des Körpers zu erklären denkt? Mich däucht, es ist weit besser, gerade heraus zu sagen, daß wir von der Ursache des Zusammenhangs, so wie von der Ursache der Affinität, Adhäsion, Schwere rc. gar nichts wissen.

Es ist also hier nichts zu thun, als auf dem Wege der Erfahrung fortzugehen, und zu versuchen, ob man wenigstens die Gesetze der Cohäsion so bestimmt entdecken könne, als Newton das Gesetz der Gravitation entwickelt hat. Daß beyderley Gesetze von einander verschieden seyn müssen, hat Newton, wie schon bey dem Worte: Attraction, angeführt ist, sehr wohl erkannt, und daher Attraction bey der Berührung von der in größern Entfernungen sehr sorgfältig unterschieden. Er vermuthet, daß die kleinsten Theilchen der Materie am stärksten zusammenhangen, und dadurch größere Theile von schwächerm Zusammenhange, diese aber wiederum noch größere von noch schwächerm Zusammenhange u. s. f. ausmachen, bis die Reihe mit den gröbern Theilchen aufhöre, von welchen die chymischen Operationen und die Farben der Körper abhangen, welche Theilchen durch ihre Verbindung erst Körper von einer in unsere Sinne fallenden Größe ausmachen. Vielleicht hängt von dem Grade der Zertrennung der Materie in solche feinere oder gröbere Theilchen die Festigkeit und Flüßigkeit, Feuerbeständigkeit und Flüchtigkeit der Körper ab. (*Newtoni* Optice ed. Clarkii, Lond. 1706. 4. qu. 23. p. 337. sqq.)

Man hat über den Zusammenhang der Körper bereits eine zahlreiche Menge schöner und nützlicher Versuche angestellt. Musschenbroek (Introd. ad cohaerent. corporum firmorum in Diss. phys. exper. Lugd. Bat. 1729. 4.) hat bey einer großen Menge von Körpern, Metallen,

Hölzern, Tüchern, Fellen, Saiten, Knochen ꝛc. die Stärke des Zusammenhangs ihrer Theile untersucht. Er nennt den Widerstand, den ein Körper der Kraft entgegensetzt, die seine Theile nach der Länge oder in gerader Linie aus einander reißen will, den absoluten, und den Widerstand gegen eine Kraft, die auf die Longitudinalfibern senkrecht wirkt (die z. B. einen hölzernen Stab quer durch zerbrechen will), den respectiven Zusammenhang. Ueber die Stärke des Holzes hat auch Buffon (Mém. de Paris 1740. 1741. Hamburg. Magazin, V. B. S. 506.) viele Versuche angestellt. Die Stärke des absoluten Zusammenhangs der Metalle zeigt folgende aus Musschenbroek entlehnte Tabelle.

Gegossene Parallelopipeda, wovon jede Seite $\frac{1}{10}$ Zoll hielt, rissen

| | |
|---|---|
| von deutschem Eisen von | 1930 Pfunden |
| von feinem Silber - - | 1156 |
| von schwedischem Kupfer - | 1054 |
| von feinem Golde - - | 578 |
| von japanischem Kupfer - | 573 |
| von englischem Zinne - - | 150—188 |
| von reinem Zinne aus England | 110 |
| — — — aus Bancas | 104 |
| — — — aus Malacca | 91 |
| von Wißmuth - - | 85—92 |
| von goslarischem Zink - - | 76—83 |
| von Spießglaskönig - - | 30 |
| von englischem Bley - | 25 |

Compositionen von verschiedenen Metallen hängen bald stärker, bald schwächer zusammen, als die gemischten Metalle selbst; durch Schlagen wird der Zusammenhang der Metalle verstärkt, durch zu vieles Schlagen aber auch wieder vermindert. Die Tücher werden durch das Walken fast noch einmal so stark, als sie vorher waren. Alle Fäden und Stricke sind um so viel stärker, aus je feinern Fäden sie zusammengesetzt und je weniger sie gedrehet werden.

Es scheint sich aus den bisherigen Beobachtungen und Versuchen der Grundsatz zu ergeben: daß der Zusammenhang desto stärker sey, je grösser die Menge der Berührungspunkte ist. Wenigstens trift dieser Satz bey zween verschiedenen Körpern zu, welche einander mit glatten Flächen berühren. Diese hängen jederzeit desto stärker zusammen, je glätter die Flächen sind, oder je stärker man durch andere Mittel die Menge der Punkte, an welchen sie sich berühren, vermehrt hat.

Man nehme z. B. zween massive Cylinder von Bley, deren Durchmesser etwa 2 Lin. beträgt, schabe mit einem scharfen Messer die Grundfläche glatt, und drücke sie mit einiger Wendung zusammen. Sie werden sogleich an einander anhangen, und man wird bis über 20 Pfund Gewicht brauchen, um sie aus einander zu reißen. Noch fester verbinden sie sich, wenn man eine flüßige Materie zwischen die Grundflächen bringt, welche die noch rauhen Theile ausfüllt und die Berührungspunkte vermehret. Man weiß, daß die erdigten Theile der Pflanzen durch eine ölichte Materie verbunden sind, die sie nicht durchs Trocknen oder Kochen, wohl aber durchs Verbrennen verlieren. Daher scheint auch der Zusammenhang, der sich beym Trocknen und Kochen nicht verliert, durch die Verbrennung aufgehoben zu werden. Knochen, im Papinischen Digestor gekocht, werden sehr weich und zerbrechlich, in Oel getaucht aber erhalten sie ihre vorige Consistenz wieder.

Musschenbroek nahm Cylinder von verschiedenen Metallen, deren Durchmesser $1\frac{1}{3}$ rheinländ. Zoll betrug, tauchte sie mit ihren Grundflächen in geschmolzenes Pech, setzte sie dann an einander und ließ sie erkalten. An jedem Cylinder war ein eiserner Haken, durch welchen ein $\frac{1}{8}$ Zoll dicker Ring gieng. Er hieng den einen Cylinder an seinem Ringe auf, und brachte an den Ring des untern Gewichte. Die messingenen Cylinder hielten eine Last von 1400 Pfunden, wovon Ringe und Haken abrissen, die Cylinder aber beysammen blieben (Introd. ad cohaerent. corp. firm. c. I. §. 5.).

Die meisten Naturforscher sehen diese starke Cohäsion bey Vermehrung der Berührungspunkte, besonders durch dazwischen gebrachte Flüßigkeiten, als die Ursache der Bildung der Steine an. In einer Sandschicht berühren sich die Körner an wenigen Stellen, und würden so vielleicht Jahrhunderte lang unverändert Sand bleiben. Man setze aber, daß sich Wasser durch diese Schicht durchseihe. Dies führt kleinere Körner zwischen die großen und noch kleinere zwischen jene, vermehrt die Berührungspunkte, und mit Ablauf der Zeit wird die ganze Masse Stein, s. **Versteinerung**. Auf eine ähnliche Art bereiten wir unser **Mauerwerk**. Wir vermischen den Sand mit Kalch, welchen das Wasser zwischen die Sandkörner führt, und, wenn das Wasser verdünstet, eine Menge Berührungspunkte giebt: dieser versteinerte Sand hängt sich aus gleicher Ursache an die Steine und Ziegeln, und verbindet das Ganze. Wenn eine Mauer wohl zubereitet und an Erdreich gelehnt oder dick ist, daß die Feuchtigkeit eindringen und in ihre kleinen Zwischenräume noch feinere Materie führen kan, so wird sie mit der Zeit so fest, wie Fels. Vielleicht hat der Mörtel der Alten seine große Festigkeit blos der Zeit zu danken. Was hier die Kunst bewirkt, thut auch die Natur; die Breccia oder das zusammengebackne Gestein ist ein natürliches Mauerwerk.

Aus gleichen Gründen hängen polirte Glas- Metall- und Marmorplatten bey genauer Berührung mit einer Wasserfläche und unter einander selbst zusammen; auch dann noch, wenn man ein Haar oder einen seidnen Faden dazwischen legt. Im Gegentheil kan man das Zusammenhängen zweener Körper, die sich genau berühren, dadurch verhindern oder schwächen, daß man einen andern dazwischen bringt, der sie von einander entfernt hält, und beyde selbst nur in wenigen Punkten berührt. Aus diesem Gesetz der Cohäsion erklären sich auch viele in den Künsten bekannte Verbindungsmittel, das Leimen, Kütten, Löthen, Zusammenschweißen u. dgl.

*Muſſchenbroek* Introductio ad cohaerentiam corporum firmorum in ej. Diss. physicis, Lugd. Bat. 1729. 4 maj. p. 423.

de Lüc Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, a. d. Frz. Leipz. 1784. gr. 8. Th. I. 18. Brief.

**Coluren**, s. Koluren.

**Cometen** s. Kometen.

**Compact**, Compactum, *Compacte.* Man nennt einen Körper compact, wenn in den Raum, den er einnimmt, viel Materie zusammengedrängt ist, deren Theile sich also nahe bey einander befinden, und wenig leere Zwischenräume zwischen sich lassen. Dieses Wort drückt also einen relativen Begrif aus. Man kan nemlich keinen Körper an sich compact oder nicht compact nennen, man kan nur sagen, er sey mehr oder weniger compact, als andere. Die Physiker sind geneigt zu glauben, daß sich in dem Volumen jedes Körpers mehr leerer Zwischenraum, als wirkliche dem Körper eigne Materie befinde, s. Zwischenräume der Körper. Uebrigens ist compact eben so viel als sehr dicht, von starker specifischer Schwere, s. Dicht, Dichtigkeit, Schwere, specifische.

**Compaß**, Boussole, Magnetkästchen, Pyxis magnetica, Versorium, *Boussole, Compas de route.* Eine Veranstaltung zu Bestimmung der Weltgegenden mit Hülfe der Magnetnadel. Ist sie zum Gebrauch der Seefahrenden eingerichtet, so heißt sie insbesondere der Seecompaß, Pyxis nautica, *Compas de mer.*

Von der Eigenschaft des Magnets und der damit bestrichenen Nadeln, sich nach der Mittagslinie, jedoch mit einiger Abweichung, zu richten, welche Eigenschaft man insgemein die Polarität nennt, und deren Kenntniß die heutige Schiffahrt so weit über die alte erhebt, s. die Art. Magnet, Magnetnadel, Abweichung der Magnetnadel. Die Alten, so gut sie auch den Magnet kannten, hatten doch diese so nutzbare Eigenschaft desselben nicht bemerkt. Sie reden nie davon; selbst an Stellen, wo sie die natürlichste Veranlassung dazu hatten, und die ganz eigentlich von dem Sonderbaren des Magnets handeln (z. B. Plin. Hist. nat. XXXVI. 16.), gedenken sie blos seiner Anziehung des Eisens und der Mittheilung seiner

Kraft an dasselbe. In einer dem Aristoteles zugeschriebenen Stelle, welche Vincent von Beauvais (Speculum hist. To. II. L. 8. c. 19.) und Albert Grot (Albertus Magnus libr. de mineralibus) anführen, wird zwar der Richtung des Magnets und der Nadeln gedacht; aber die Schrift, welche diese Stelle enthält, ist ohne Zweifel untergeschoben und erst seit dem 13ten Jahrhunderte bekannt. Der Mangel dieser Kenntniß nöthigte die Alten, ihre Schiffahrt auf die Nachbarschaft der Küsten einzuschränken; wenn sie diese aus den Augen verlohren, so blieben Sonne und Gestirne ihre einzigen Wegweiser, die ihnen der geringste Wechsel der Witterung entziehen konnte.

Die Entdeckung der Richtung des Magnets fällt ganz unstreitig in die dunkelste Periode des mittlern Zeitalters. Eben dieser Dunkelheit wegen mangeln uns alle Nachrichten von der eigentlichen Zeit und dem Urheber derselben, dessen Name wohl aufbehalten zu werden verdient hätte, da seine Entdeckung durch die Beförderung der Schiffahrt so wichtige Einflüsse auf die Schicksale der Völker gehabt hat. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist sie schon einige Zeitlang im Gebrauch gewesen, ehe man ihrer in irgend einer Schrift gedacht hat. Man führt als die erste Erwähnung derselben folgende Verse aus des Guyot von Provins (eines Dichters, der sich im Jahre 1181 mit bey dem Hoflager Kaisers Friedrichs I. zu Mainz befand) Roman von der Rose an:

Icelle étoile ne se muet,
Un art font, qui mentir ne puet
Par vertu *de la Marinette*
Une pierre laide, noirette,
Où le fer volontiers se joint,

wo die Beylegung des Namens Marinette einen schon seit einiger Zeit gemachten Gebrauch zur Schiffahrt anzuzeigen scheint. Dennoch nennen die meisten als den Erfinder des Seecompasses erst den Flavio Gioje, oder nach andern Giri, der aus Amalfi im Neapolitanischen gebürtig war, und um den Anfang des vierzehnten Jahrhunderts lebte.

Es kan seyn, daß diese Erfindung nach und nach mehrere Fortschritte gemacht, und durch diesen Italiåner erst einige Vollståndigkeit erhalten hat. Ohne Zweifel hat man zuerst die Nadel auf Kork oder Strohhålme befestiget, und auf dem Wasser schwimmen lassen, ehe man darauf kam, sie vermittelst eines Hůtchens ins Gleichgewicht auf einer Spitze zu setzen. Mehrere Nationen machen Ansprůche auf die Ehre, an dieser wichtigen Erfindung etwas gethan oder verbessert zu haben. Die Italiåner růhmen sich der Erfindung selbst, die Englånder haben die schwebende Aufhångung des Seecompasses angegeben, von den Hollåndern kommen die bequemen Namen der Weltgegenden auf der Windrose her, und die Franzosen wollen der Nadel wenigstens die Lilie, die man gewöhnlich an ihre Spitze setzet, gegeben haben.

Bey den Sinesern trafen die ersten Europåer, die uns von ihren Reisen dahin Nachrichten hinterlassen haben, die Magnetnadel bereits an. Dies hat einige veranlasset zu glauben, die Kenntniß derselben sey aus China zu uns gekommen.

Den Namen der Boussole hat sie von dem Gehåus oder Bůchschen, mit welchem sie umschlossen wird, welches die Hollånder Boxel nennen. Boussole heißt ein jedes mit einem Stift und einer darauf ruhenden Magnetnadel versehenes Gehåus, zu welchem Gebrauch es auch immer bestimmt seyn mag. Insbesondere legt man bey uns diesen Namen den zum Gebrauche der praktischen Geometrie dienenden uud mit einem Diopterlineal versehenen Magnetgehåusen bey, deren Einrichtung in Anleitungen zur praktischen Meßkunst beschrieben wird. Auch pflegt man an andern Werkzeugen der Feldmeßkunst, den Winkelmessern, Meßtischen, Scheiben, ꝛc. kleine Boussolen anzubringen, um die Weltgegenden, nach welchen sich die Hauptlinien richten, bestimmen zu können. Ist eine Boussole zu Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel bestimmt, so heißt sie ein Declinatorium.

Ich werde hier eine kurze Beschreibung des bey der Schiffahrt gewöhnlichen Seecompasses mittheilen, wor-

aus denn die Einrichtung des gemeinen Compasses, den man auf dem festen Lande zu Bestimmung der Weltgegenden gebraucht, von selbst erhellen wird.

Man giebt der Magnetnadel des Seecompasses die einfache Gestalt eines platten Rechtecks von willkührlicher Länge, das etwa $\frac{1}{8}$ Zoll breit und $\frac{1}{32}$ Zoll dick ist. Die Ecken werden so abgestumpft, daß beyde Enden in einen stumpfen Winkel zulaufen. In der Mitte wird diese Nadel durchbohrt, und an den Umkreis der Oefnung ein hohler über die äußere Fläche der Nadel hervorragender Cylinder angesetzt, der oben mit einem ausgehöhlten wohl polirten Achat geschlossen ist.

Die Nadel wird zwischen zwo kreisrunde Scheiben von leichtem Pappendeckel oder Kartenpapier fest eingeklebt. Diese machen nun die von den Schiffern sogenannte **Windrose** oder **Schifsrose** aus, auf welche ein Stern gezeichnet wird, dessen 32 Spitzen die Weltgegenden anzeigen, so, daß der Nordpol der Nadel mit dem Punkte **Norden** übereinstimmt, s. **Windrose**. Der Rand der Rose wird, wie gewöhnlich, in 360 Grade getheilt. Wenn sie auf den Stift gesetzt wird, der sie trägt, so macht sie viele Schwingungen, und kömmt, besonders bey dem Schwanken des Schifs, sehr spät in Ruhe. Um dies zu verhindern, setze man an ihre untere Fläche kleine Flügel von Pappe an, welche bey dieser Bewegung von der Luft Widerstand leiden, und das Ruhen der Rose befördern. So wird sie mit dem Stifte, auf welchem sie aufliegt, in ein cylindrisches küpfernes Gehäuse HIKL (Taf. V. Fig. 81.) gesetzt, dessen innere Seite weiß angestrichen ist. Dieses Gehäuse hat von außen an zwoen einander nach dem Durchmesser entgegenstehenden Stellen zween Zapfen M, mit welchen es in dem Ringe NMO so hängt, daß es sich frey in demselben bewegen kan. Dieser Ring selbst hat, 90° weit von jenen Stellen, ebenfalls zween Zapfen DE, und ruht mit denselben auf einem unterwärts gehenden Halbkreise PRQ, durch welchen bey R ein runder hoher Fuß durchgeht, um welchen sich die ganze Vorrichtung frey drehen läst. Durch Umdrehung

des Gehäuses wird die Rose nicht mit gedreht, weil die Polarität der Nadel sie unbewegt erhält, auch hält sie sich durch diese Aufhängung in einem schwebenden Ringe bey allem Schwanken des Schifs stets in einer horizontalen Lage. Von außen wird der Fuß an den Boden befestiget, und das Gehäus oben mit einem Glasdeckel versehen.

Wenn dieser Compaß zu Beobachtungen des Azimuths der Sonne dienen soll, so werden an zwoen entgegengesetzten Stellen des obern Randes der Büchse Diopter angebracht, von deren Mitte auf der innern Fläche der Büchse Perpendikularlinien herabgezogen sind. Wollte man die Sonne blos im Horizonte beobachten, so würde es genug seyn, diese Diopter gleich hoch zu machen. Da aber genaue Beobachtungen im Horizonte wegen der Dünste selten möglich sind, und also das Azimuth in einiger Höhe genommen werden muß, so wird die eine Diopter viel höher, als die andere, gemacht. Man spannt von der hohen zur niedrigern einen Faden aus, der die Hypotenuse eines über dem Durchmesser der Rose vertical stehenden rechtwinklichten Dreyecks bildet. Die Boussole wird gedreht, bis der Schatten dieses Fadens auf die Mitte der hohen Diopter fällt; alsdann zeigt der Grad der Windrose, auf welchen die von der Diopter herabgehende Perpendikularlinie trift, den Abstand des Verticalkreises der Sonne von dem magnetischen Mittagskreise, oder das magnetische Azimuth an. Ist der Sonnenschein nicht hell genug, um einen gehörig begrenzten Schatten zu geben, oder sucht man das Azimuth eines Sterns, so muß man sich des Visirens durch die Diopter bedienen. Ein so eingerichtetes Instrument heißt ein Azimuthalcompaß.

Um sich nun zu erklären, wie die Richtung des Schifs vermittelst des Compasses erkannt und gelenkt werden könne, sey (Taf. V. Fig. 82.) A das Vordertheil und RS das Hintertheil eines Schifs, AB der Kiel desselben. Es wird der den Seecompaß einschließende Kasten a b d e in einem besondern gegen das Hintertheil des Schifs befindlichen Behältnisse, der Steuermannshütte (*habitacle*), so gesetzt, daß der Mittelpunkt c genau über den Kiel AB, und

die Seite des Kastens be unter einem rechten Winkel mit AB zu stehen kömmt. An der innern Fläche des Gehäuses sind einander gegen über zween Punkte oder Striche bezeichnet, welche ebenfalls genau über dem Kiele AB liegen müssen. In dieser Lage wird der Compaß gewöhnlich befestiget, und heißt alsdann der Strichcompaß (*Compas de route*). Der Grad der Schifsrose, auf welchen die gedachten Striche einspielen, giebt alsdann den Winkel ncA an, unter welchem die Richtung des Kiels BA von dem magnetischen Meridian nc abweicht, und die dahin treffende Spitze des Sterns bezeichnet die Weltgegend, nach welcher der Kiel gekehrt ist. Ist dieses nun gerade diejenige, nach welcher man mit vollem Winde fortzusegeln wünscht, so werden die Segel, wie MO, senkrecht gegen den Kiel gedreht, damit der Wind sie nach der Richtung BA forttreibe.

Da aber der Wind nur selten so günstig ist, und oft von der Seite kömmt, so muß in solchen Fällen das Segel schief gegen die Richtung des Kiels gestellt werden; alsdann wird aber das Schif von dieser Richtung des Kiels seitwärts abgetrieben. Diese Abweichung wird durch den Variationscompaß bestimmt, welcher kein anderer, als der im vorigen beschriebene Azimuthalcompaß ist. Das Schiff läst durch seine schnelle Bewegung hinter sich in in der See eine Art von Bahn zurück, nach welcher man durch die Dioptern dieses Compasses visiren, und dadurch die Weltgegend, nach der es wirklich getrieben wird, leicht bestimmen kan. So zeigt der Strichcompaß stets die Richtung des Kiels, der Variationscompaß den wirklichen Lauf des Schifs an, und diese Data reichen hin, um in jedem Falle durch andere hieher nicht gehörige Vortheile der Schifkunst den Lauf so, wie es erfordert wird, zu lenken.

Hiebey wird aber doch eine genaue Kenntniß der jedesmaligen Abweichung der Magnetnadel an dem Orte, wo man sich befindet, vorausgesetzt. Die Compasse selbst geben die Weltgegenden nach dem magnetischen Meridiane an; sie sind also von den wahren Weltgegenden um diese

Abweichung verschieden. Ich habe von den Mitteln, dieselben auf der See zu finden, bereits bey dem Worte: Abweichung der Magnetnadel, geredet. Man wird leicht sehen, daß der Variations- oder Azimuthalcompaß hiezu vorzüglich brauchbar ist, weil er das magnetische Azimuth der Sonne und der Sterne angiebt, dessen Unterschied von dem wahren oder aus der geographischen Breite des Orts und der Höhe des Gestirns berechneten, der Abweichung der Nadel gleich ist.

Auf dem Lande wird die Magnetnadel gewöhnlich in ein rundes cylindrisches Gehäuse von Messing eingeschlossen, welches oben mit einem Glasdeckel versehen ist, um die Nadel vor dem Winde sicher zu stellen. Senkrecht auf den Boden des Gehäuses erhebt sich im Mittelpunkte ein spitziger Stift, auf welchem die Nadel mit einem Hütchen ruhet. An der innern Seitenwand des Gehäuses wird parallel mit dem Boden desselben ein in 360° getheilter Ring befestiget, der mit der Magnetnadel in einer Ebne liegt. Auf diesem Ringe zeigt die Richtung der Nadel den magnetischen Meridian, und die Abtheilung in Grade verstattet leicht, daraus den wahren Meridian und die Lage der Weltgegenden zu finden, wenn die Größe der Abweichung bekannt ist. Ein solches Instrument, mit einem Diopterlineal versehen, welches mit dem durch 0° und 180° gehenden Durchmesser der Theilung parallel läuft, ist eben dasjenige, so unter dem Namen der Boussole zu den Operationen der praktischen Geometrie gebraucht wird.

*Musschenbroek* Introd. ad Philos. nat. To. I. §. 967.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin 1778. II. Theil. §. 641—643.

**Compreßibilität,** Compressibilitas, compressionis capacitas, *Compressibilité.* Die Fähigkeit der Körper, sich durch eine hinreichende Kraft zusammendrücken, d. i. in einen engern Raum bringen zu lassen.

Wenn sich ein Körper zusammendrücken oder in einen kleinern Raum bringen läßt, als er in seinem natürlichen

oder gewöhnlichen Zustande einnimt, so setzt dies voraus, daß seine Bestandtheile im gewöhnlichen Zustande einander nicht so nahe sind, als sie seyn können, daß sich also zwischen ihnen Räume befinden, welche entweder leer oder mit einer flüßigen Materie, die sich heraustreiben läßt, angefüllt sind. Da nun alle bekannte Körper Zwischenräume haben, in welchen fremde Materien eindringen können, so läßt sich vermuthen, daß alle Körper compressibel sind, ob es gleich bey manchen einer sehr starken Kraft bedürfen möchte, um die Zusammendrückung zu bewirken.

Körper, welche sich, wenn die zusammendrückende Kraft nachläßt, wieder in ihren vorigen Raum ausbreiten, heißen elastisch; diejenigen, welche dies nicht thun, weich. Es folgt hieraus natürlich, daß allen elastischen und weichen Körpern Compressibilität zukomme.

Man hat ehedem den meisten Liquoren, und insbesondere dem Wasser, die Compressibilität und Elasticität absprechen wollen. Die Versuche der Akademie del Cimento in Florenz (Saggi di naturali Esperienze, fatte nell' Academ. del Cimento, in Firenze. 1661. fol.) und des Musschenbroek (Tentamina experim. natural. captorum in acad. del Cim. Lugd. Bat. 1731. 4.) schienen auf diesen Schluß zu leiten; aber neuere Versuche von Canton, Abich und v. Herbert haben das Gegentheil gelehrt. Ich werde hievon bey dem Worte: Wasser, umständlicher reden. Uebrigens scheint die Elasticität der Liquoren schon daraus zu erhellen, weil sie den Schall eben sowohl, als feste Körper, fortpflanzen.

Man kan also die Compressibilität als eine allgemeine Eigenschaft aller Körper ansehen. Nur den ersten Bestandtheilen der Körper, oder den Atomen, kan sie abgesprochen werden, in so fern man sich in diesen keine weitern Theile denkt, die einander mehr, als vorher, genähert werden könnten. Aber wir wissen von den Atomen so wenig, daß sich von ihrer wahren Natur und ihren Eigenschaften nichts mit Gewißheit behaupten läßt.

**Compression**, s. Zusammendrückung.

**Compressionsmaschine**, Machina comprimens s. condensatoria, *Machine de compression ou de condensation.* Eine Maschine zur Zusammendrückung oder Verdichtung elastischer flüßiger Materien.

Die mit Hähnen versehenen Luftpumpen lassen sich alle auch zur Verdichtung der Luft unter einer Glocke oder in verschloßnen Gefäßen gebrauchen; wie bey dem Worte Luftpumpe umständlich gezeigt werden soll. Smeatons Luftpumpe hat zwar Blasenventile, aber zugleich auch einen Hahn, durch dessen verschiedene Stellung man sie entweder als Luftpumpe, oder als Compressionsmaschine gebrauchen kan.

Man hat aber auch auf den Fall, da ein Physiker mit keiner Luftpumpe dieser Art versehen wäre, besondere Compressionsmaschinen zur Zusammendrückung der Luft angegeben. Glalilei hat dazu schon eine Spritze gebraucht, die man an das Gefäß an- und abschrauben kan. Hawksbee hat zuerst eine eigne Compressionsmaschine angegeben, in welcher der Kolben durch eine bezahnte Stange vermittelst eines Stirnrads hin und hergewunden wird (s. Wolfs nützl. Versuche, 3ter Theil, Cap. I.). Nollet (Art des expériences, To. III. p. 10. sq.) schlägt dazu ein kupfernes Rohr CD (Taf. V. Fig. 83.) vor, dessen beyde Enden D und C aufwärts gebogen sind. Bey c befindet sich eine hole 7—8 Lin. lange Schraube, um einen Teller, eine Kugel oder ein anderes mit einem Hahne versehenes verschlossenes Gefäß aufschrauben zu können. E ist ein Hahn, der, wie bey der Sengwerdischen Luftpumpe, einmal diametral, das anderemal schief mit einem bey e ausgehenden Canale durchbohrt ist. Am Ende D befindet sich eine Pumpe AD, oder ein metallner Stiefel mit einem genau einpassenden Kolben. Kehrt man nun den Hahn so, daß sein bey e ausgehender Canal mit dem Theile D verbunden wird, und zieht den Kolben auf, so füllt sich der Stiefel der Pumpe AD mit Luft aus dem Zimmer. Man wendet hierauf den Hahn anders, daß nunmehr der gerade durchgehende Canal beyde Theile D und C mit ein-

**oder gewöhnlichen Zustande einnimt, so setzt** die
**daß seine Bestandtheile im gewöhnlichen** nach
der nicht so nahe sind, als sie seyn könnten dem
schen ihnen Räume befinden, welche e zahne
einer flüßigen Materie, die sich her chung
füllt sind. Da nun alle bekannte n Zim
haben, in welchen fremde Mate ges Ver
läst sich vermuthen, daß alle K s oder unter
es gleich bey manchen ein uge mehr Luft
möchte, um die Zusamme

Körper, welche sich telbar an D ansteht,
Kraft nachläst, wieder des Gefäßes nebst der
ten, heißen elastisch Stiefels AD aber = b ge-
weich. Es folgt hi berechnen, daß durch n Züge
und weichen Körpe — mal verdichtet werden würde.

Man hat e
sondere dem W aß nebst der Röhre 3 Cubikschuhe, der
absprechen w uh Raum, so würde durch 12maliges
mento in Fl verstoßen des Kolbens die Luft im Gefäße
nell'Acad l, d. i. 5mal stärker verdichtet werden, als
des Mus
captorr Zimmer ist.
nen au ist aber bey Versuchen dieser Art eine große Vor-
Cant öthig, weil die Verdichtung der Luft ihre Elasticität
gele mehrt, und die Gefäße in Gefahr setzt, durch dieselbe
stär prengt zu werden. Metallne Gefäße von einiger Stär-
qu wie die Kammern der Windbüchsen, halten stärkere Ver-
s dichtungen der Luft aus: bey gläsernen Glocken aber, die
etwa 9 Zoll im Durchmesser und eine Glasdicke von 2 Li-
nien haben, darf man schwerlich eine stärkere Zusammen-
pressung wagen, als bis auf die 6fache Dichtigkeit der Luft
im gewöhnlichen Zustande. Herr Hofr. Karsten (Lehr-
begrif der gesammten Math. Th. VI. Pnevmatik, VII.
Abschn.) hat über die Festigkeit der Gefäße und Glocken
für diesen Fall sehr nützliche Betrachtungen angestellt.

Soll die Verdichtung der Luft unter einer auf den
Teller gesetzten Glocke geschehen, so muß diese durch eine

...ung an den Teller angedrückt werden.
...cke, um alle Beschädigung beym
...it einem Drathgitter zu umge-

... und Herwenden des
...schen Compressions-
...inkler (Anfangsgr.
...130.) eine sehr bequeme
... Fig. 84.) angegeben. Sie
...ien Rohre AB mit einem Kol-
...enstange C und den Grif D auf-
...rd. Bey E ist ein kleines Loch, durch
... Luft hineinfährt, wenn man den Kolben
...) heraufzieht. Bey B ist ein Blasenventil,
... Luft zwar aus EB in BF, aber nicht aus BF in
...ucklässt. Das Rohr AB ist durch eine Schraube mit
...n horizontalliegenden und am andern Ende aufwärts gebognen Rohre BFG verbunden, auf dessen Ende G das Gefäß, in welchem man die Luft verdichten will, aufgeschraubt werden kan. Diese Röhren auf ein hölzernes Gestell, wie die Figur zeigt, befestiget, geben eine sehr bequeme Compressionsmaschine, worauf man mit dem Fuße treten, und so den Kolben in einer vortheilhaften Stellung des Körpers aufziehen kan.

Den Namen der Compressionsmaschinen verdienen unstreitig auch diejenigen, deren man sich zur Zusammendrückung des Wassers oder anderer sehr wenig elastischen Liquoren bedient hat. Hollmann (Sylloge Commentat. Gotting. 1762. 4.) erhielt 1752 eine solche Maschine von Shaw aus England. Sie bestand aus einer vertikalstehenden Schraube, welche in eine hohle metallne mit Wasser angefüllte Kugel hineingeschraubt ward. Die Kugel war zu dem Ende mit einer Schraubenmutter versehen, die vermittelst eines eisernen Hebels umgedreht ward. Eine andere von Fontana (Journal des Sçavans, Juillet 1777.) angegebene Maschine zur Compression des Wassers besteht in einem hohlen metallenen Cylinder mit einem viereckigten Aufsatze von starken Glasplatten, worinn durch

ander verbindet, und stößt den Kolben nieder; so wird die vorher im Stiefel AD befindliche Luft durch den Hahn nach C und in das aufgeschraubte Gefäß oder in die auf dem Teller befestigte Glocke getrieben. Man giebt dem Hahne wiederum die erste Stellung, und füllt durch Aufziehung des Kolbens den Stiefel aufs neue mit Luft aus dem Zimmer, u.s.w. Durch mehrere Wiederholungen dieses Verfahrens kan man also in ein verschloßnes Gefäß oder unter eine wohlbefestigte Glocke mit jedem Zuge mehr Luft bringen.

Wenn hiebey der Hahn Ec unmittelbar an D ansteht, und der Raum oder die Capacität des Gefäßes nebst der Röhre Ce = a, der Raum des Stiefels AD aber = b genennt wird, so läst sich leicht berechnen, daß durch n Züge die Luft im Gefäße $\frac{a+nb}{a}$ mal verdichtet werden würde. Faßte z. B. das Gefäß nebst der Röhre 3 Cubikschuhe, der Stiefel 1 Cubikschuh Raum, so würde durch 12maliges Auf- und Niederstoßen des Kolbens die Luft im Gefäße $\frac{3+12.1}{3}$ mal, d. i. 5mal stärker verdichtet werden, als sie es im Zimmer ist.

Es ist aber bey Versuchen dieser Art eine große Vorsicht nöthig, weil die Verdichtung der Luft ihre Elasticität vermehrt, und die Gefäße in Gefahr setzt, durch dieselbe zersprengt zu werden. Metallne Gefäße von einiger Stärke, wie die Kammern der Windbüchsen, halten stärkere Verdichtungen der Luft aus: bey gläsernen Glocken aber, die etwa 9 Zoll im Durchmesser und eine Glasdicke von 2 Linien haben, darf man schwerlich eine stärkere Zusammenpressung wagen, als bis auf die 6fache Dichtigkeit der Luft im gewöhnlichen Zustande. Herr Hofr. Karsten (Lehrbegrif der gesammten Math. Th. VI. Pnevmatik, VII. Abschn.) hat über die Festigkeit der Gefäße und Glocken für diesen Fall sehr nützliche Betrachtungen angestellt.

Soll die Verdichtung der Luft unter einer auf den Teller gesetzten Glocke geschehen, so muß diese durch eine

besondere Veranstaltung an den Teller angedrückt werden. Man pflegt auch die Glocke, um alle Beschädigung beym Zerspringen zu verhüten, mit einem Drathgitter zu umgeben, s. Luftpumpe.

Weil das immerwährende Hin- und Herwenden des Hahns die Operation mit der Nolletschen Compressionsmaschine beschwerlich macht, so hat Winkler (Anfangsgr. der Physik, Leipzig 1754. 8. S. 130.) eine sehr bequeme Compressionsmaschine (Taf. V. Fig. 84.) angegeben. Sie besteht aus einem messingenen Rohre AB mit einem Kolben, der durch die Kolbenstange C und den Grif D auf- und niedergezogen wird. Bey E ist ein kleines Loch, durch welches die äußere Luft hineinfährt, wenn man den Kolben über dieses Loch heraufzieht. Bey B ist ein Blasenventil, welches die Luft zwar aus EB in BF, aber nicht aus BF in EB zurückläßt. Das Rohr AB ist durch eine Schraube mit dem horizontalliegenden und am andern Ende aufwärts gebognen Rohre BFG verbunden, auf dessen Ende G das Gefäß, in welchem man die Luft verdichten will, aufgeschraubt werden kan. Diese Röhren auf ein hölzernes Gestell, wie die Figur zeigt, befestiget, geben eine sehr bequeme Compressionsmaschine, worauf man mit dem Fuße treten, und so den Kolben in einer vortheilhaften Stellung des Körpers aufziehen kan.

Den Namen der Compressionsmaschinen verdienen unstreitig auch diejenigen, deren man sich zur Zusammendrückung des Wassers oder anderer sehr wenig elastischen Liquoren bedient hat. Hollmann (Sylloge Commentat. Gotting. 1762. 4.) erhielt 1752 eine solche Maschine von Shaw aus England. Sie bestand aus einer vertikalstehenden Schraube, welche in eine hohle metallne mit Wasser angefüllte Kugel hineingeschraubt ward. Die Kugel war zu dem Ende mit einer Schraubenmutter versehen, die vermittelst eines eisernen Hebels umgedreht ward. Eine andere von Fontana (Journal des Sçavans, Juillet 1777.) angegebene Maschine zur Compression des Wassers besteht in einem hohlen metallenen Cylinder mit einem viereckigten Aufsatze von starken Glasplatten, worinn durch

ander verbindet, und stößt den Kolben nieder, so wird die vorher im Stiefel AD befindliche Luft durch den Hahn nach C und in das aufgeschraubte Gefäß oder in die auf dem Teller befestigte Glocke getrieben. Man giebt dem Hahne wiederum die erste Stellung, und füllt durch Aufziehung des Kolbens den Stiefel aufs neue mit Luft aus dem Zimmer, u. s. w. Durch mehrere Wiederholungen dieses Verfahrens kan man also in ein verschloßnes Gefäß oder unter eine wohlbefestigte Glocke mit jedem Zuge mehr Luft bringen.

Wenn hiebey der Hahn Ee unmittelbar an D ansteht, und der Raum oder die Capacität des Gefäßes nebst der Röhre Ce = a, der Raum des Stiefels AD aber = b genennt wird, so läßt sich leicht berechnen, daß durch n Züge die Luft im Gefäße $\frac{a+nb}{a}$ mal verdichtet werden würde. Faßte z. B. das Gefäß nebst der Röhre 3 Cubikschuhe, der Stiefel 1 Cubikschuh Raum, so würde durch 12maliges Auf- und Niederstoßen des Kolbens die Luft im Gefäße $\frac{3+12.1}{3}$ mal, d. i. 5mal stärker verdichtet werden, als sie es im Zimmer ist.

Es ist aber bey Versuchen dieser Art eine große Vorsicht nöthig, weil die Verdichtung der Luft ihre Elasticität vermehrt, und die Gefäße in Gefahr setzt, durch dieselbe zersprengt zu werden. Metallne Gefäße von einiger Stärke, wie die Kammern der Windbüchsen, halten stärkere Verdichtungen der Luft aus: bey gläsernen Glocken aber, die etwa 9 Zoll im Durchmesser und eine Glasdicke von 2 Linien haben, darf man schwerlich eine stärkere Zusammenpressung wagen, als bis auf die 6fache Dichtigkeit der Luft im gewöhnlichen Zustande. Herr Hofr. Karsten (Lehrbegrif der gesammten Math. Th. VI. Pnevmatik, VII. Abschn.) hat über die Festigkeit der Gefäße und Glocken für diesen Fall sehr nützliche Betrachtungen angestellt.

Soll die Verdichtung der Luft unter einer auf den Teller gesetzten Glocke geschehen, so muß diese durch eine

besondere Veranstaltung an den Teller angedrückt werden. Man pflegt auch die Glocke, um alle Beschädigung beym Zerspringen zu verhüten, mit einem Drathgitter zu umgeben, s. Luftpumpe.

Weil das immerwährende Hin- und Herwenden des Hahns die Operation mit der Nolletschen Compressionsmaschine beschwerlich macht, so hat Winkler (Anfangsgr. der Physik, Leipzig 1754. 8. S. 130.) eine sehr bequeme Compressionsmaschine (Taf. V. Fig. 84.) angegeben. Sie besteht aus einem messingenen Rohre AB mit einem Kolben, der durch die Kolbenstange C und den Grif D auf- und niedergezogen wird. Bey E ist ein kleines Loch, durch welches die äußere Luft hineinfährt, wenn man den Kolben über dieses Loch heraufzieht. Bey B ist ein Blasenventil, welches die Luft zwar aus EB in BF, aber nicht aus BF in EB zurückläst. Das Rohr AB ist durch eine Schraube mit dem horizontalliegenden und am andern Ende aufwärts gebognen Rohre BFG verbunden, auf dessen Ende G das Gefäß, in welchem man die Luft verdichten will, aufgeschraubt werden kan. Diese Röhren auf ein hölzernes Gestell, wie die Figur zeigt, befestiget, geben eine sehr bequeme Compressionsmaschine, worauf man mit dem Fuße treten, und so den Kolben in einer vortheilhaften Stellung des Körpers aufziehen kan.

Den Namen der Compressionsmaschinen verdienen unstreitig auch diejenigen, deren man sich zur Zusammendrückung des Wassers oder anderer sehr wenig elastischen Liquoren bedient hat. Hollmann (Sylloge Commentat. Gotting. 1762. 4.) erhielt 1752 eine solche Maschine von Shaw aus England. Sie bestand aus einer vertikalstehenden Schraube, welche in eine hohle metallne mit Wasser angefüllte Kugel hineingeschraubt ward. Die Kugel war zu dem Ende mit einer Schraubenmutter versehen, die vermittelst eines eisernen Hebels umgedreht ward. Eine andere von Fontana (Journal des Sçavans, Juillet 1777.) angegebene Maschine zur Compression des Wassers besteht in einem hohlen metallenen Cylinder mit einem viereckigten Aufsatze von starken Glasplatten, worinn durch

ander verbindet, und stößt den Kolben nieder, so wird die vorher im Stiefel AD befindliche Luft durch den Hahn nach C und in das aufgeschraubte Gefäß oder in die auf dem Teller befestigte Glocke getrieben. Man giebt dem Hahne wiederum die erste Stellung, und füllt durch Aufziehung des Kolbens den Stiefel aufs neue mit Luft aus dem Zimmer, u. s. w. Durch mehrere Wiederholungen dieses Verfahrens kan man also in ein verschloßnes Gefäß oder unter eine wohlbefestigte Glocke mit jedem Zuge mehr Luft bringen.

Wenn hiebey der Hahn Ee unmittelbar an D ansteht, und der Raum oder die Capacität des Gefäßes nebst der Röhre Ce = a, der Raum des Stiefels AD aber = b genennt wird, so läst sich leicht berechnen, daß durch n Züge die Luft im Gefäße $\frac{a+nb}{a}$ mal verdichtet werden würde.

Faßte z. B. das Gefäß nebst der Röhre 3 Cubikschuhe, der Stiefel 1 Cubikschuh Raum, so würde durch 12maliges Auf- und Niederstoßen des Kolbens die Luft im Gefäße $\frac{3+12.1}{3}$ mal, d. i. 5mal stärker verdichtet werden, als sie es im Zimmer ist.

Es ist aber bey Versuchen dieser Art eine große Vorsicht nöthig, weil die Verdichtung der Luft ihre Elasticität vermehrt, und die Gefäße in Gefahr setzt, durch dieselbe zersprengt zu werden. Metallne Gefäße von einiger Stärke, wie die Kammern der Windbüchsen, halten stärkere Verdichtungen der Luft aus: bey gläsernen Glocken aber, die etwa 9 Zoll im Durchmesser und eine Glasdicke von 2 Linien haben, darf man schwerlich eine stärkere Zusammenpressung wagen, als bis auf die 6fache Dichtigkeit der Luft im gewöhnlichen Zustande. Herr Hofr. Karsten (Lehrbegrif der gesammten Math. Th. VI. Pnevmatik, VII. Abschn.) hat über die Festigkeit der Gefäße und Glocken für diesen Fall sehr nützliche Betrachtungen angestellt.

Soll die Verdichtung der Luft unter einer auf den Teller gesetzten Glocke geschehen, so muß diese durch eine

besondere Veranstaltung an den Teller angedrückt werden. Man pflegt auch die Glocke, um alle Beschädigung beym Zerspringen zu verhüten, mit einem Drathgitter zu umgeben, s. Luftpumpe.

Weil das immerwährende Hin- und Herwenden des Hahns die Operation mit der Nolletschen Compressionsmaschine beschwerlich macht, so hat Winkler (Anfangsgr. der Physik, Leipzig 1754. 8. S. 130.) eine sehr bequeme Compressionsmaschine (Taf. V. Fig. 84.) angegeben. Sie besteht aus einem messingenen Rohre AB mit einem Kolben, der durch die Kolbenstange C und den Grif D auf- und niedergezogen wird. Bey E ist ein kleines Loch, durch welches die äußere Luft hineinfährt, wenn man den Kolben über dieses Loch heraufzieht. Bey B ist ein Blasenventil, welches die Luft zwar aus EB in BF, aber nicht aus BF in EB zurückläst. Das Rohr AB ist durch eine Schraube mit dem horizontalliegenden und am andern Ende aufwärts gebognen Rohre BFG verbunden, auf dessen Ende G das Gefäß, in welchem man die Luft verdichten will, aufgeschraubt werden kan. Diese Röhren auf ein hölzernes Gestell, wie die Figur zeigt, befestiget, geben eine sehr bequeme Compressionsmaschine, worauf man mit dem Fuße treten, und so den Kolben in einer vortheilhaften Stellung des Körpers aufziehen kan.

Den Namen der Compressionsmaschinen verdienen unstreitig auch diejenigen, deren man sich zur Zusammendrückung des Wassers oder anderer sehr wenig elastischen Liquoren bedient hat. Hollmann (Sylloge Commentat. Gotting. 1762. 4.) erhielt 1752 eine solche Maschine von Shaw aus England. Sie bestand aus einer vertikalstehenden Schraube, welche in eine hohle metallne mit Wasser angefüllte Kugel hineingeschraubt ward. Die Kugel war zu dem Ende mit einer Schraubenmutter versehen, die vermittelst eines eisernen Hebels umgedreht ward. Eine andere von Fontana (Journal des Sçavans, Juillet 1777.) angegebene Maschine zur Compression des Wassers besteht in einem hohlen metallenen Cylinder mit einem viereckigten Aufsatze von starken Glasplatten, worinn durch

Kraft an dasselbe. In einer dem Aristoteles zugeschriebenen Stelle, welche Vincent von Beauvais (Speculum hist. To. II. L. 8. c. 19.) und Albert Grot (Albertus Magnus libr. de mineralibus) anführen, wird zwar der Richtung des Magnets und der Nadeln gedacht; aber die Schrift, welche diese Stelle enthält, ist ohne Zweifel untergeschoben und erst seit dem 13ten Jahrhunderte bekannt. Der Mangel dieser Kenntniß nöthigte die Alten, ihre Schiffahrt auf die Nachbarschaft der Küsten einzuschränken; wenn sie diese aus den Augen verlohren, so blieben Sonne und Gestirne ihre einzigen Wegweiser, die ihnen der geringste Wechsel der Witterung entziehen konnte.

Die Entdeckung der Richtung des Magnets fällt ganz unstreitig in die dunkelste Periode des mittlern Zeitalters. Eben dieser Dunkelheit wegen mangeln uns alle Nachrichten von der eigentlichen Zeit und dem Urheber derselben, dessen Name wohl aufbehalten zu werden verdient hätte, da seine Entdeckung durch die Beförderung der Schiffahrt so wichtige Einflüsse auf die Schicksale der Völker gehabt hat. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist sie schon einige Zeitlang im Gebrauch gewesen, ehe man ihrer in irgend einer Schrift gedacht hat. Man führt als die erste Erwähnung derselben folgende Verse aus des Guyot von Provins (eines Dichters, der sich im Jahre 1181 mit bey dem Hoflager Kaisers Friedrichs I. zu Mainz befand) Roman von der Rose an:

Icelle étoile ne se muet,
Un art font, qui mentir ne puet
Par vertu *de la Marinette*
Une pierre laide, noirette,
Où le fer volontiers se joint,

wo die Beylegung des Namens Marinette einen schon seit einiger Zeit gemachten Gebrauch zur Schiffahrt anzuzeigen scheint. Dennoch nennen die meisten als den Erfinder des Seecompasses erst den Flavio Gioja, oder nach andern Giri, der aus Amalfi im Neapolitanischen gebürtig war, und um den Anfang des vierzehnten Jahrhunderts lebte.

Es kan seyn, daß diese Erfindung nach und nach mehrere Fortschritte gemacht, und durch diesen Italiäner erst einige Vollständigkeit erhalten hat. Ohne Zweifel hat man zuerst die Nadel auf Kork oder Strohhälme befestiget, und auf dem Wasser schwimmen lassen, ehe man darauf kam, sie vermittelst eines Hütchens ins Gleichgewicht auf einer Spitze zu setzen. Mehrere Nationen machen Ansprüche auf die Ehre, an dieser wichtigen Erfindung etwas gethan oder verbessert zu haben. Die Italiäner rühmen sich der Erfindung selbst, die Engländer haben die schwebende Aufhängung des Seecompasses angegeben, von den Holländern kommen die bequemen Namen der Weltgegenden auf der Windrose her, und die Franzosen wollen der Nadel wenigstens die Lilie, die man gewöhnlich an ihre Spitze setzet, gegeben haben.

Bey den Sinesern trafen die ersten Europäer, die uns von ihren Reisen dahin Nachrichten hinterlassen haben, die Magnetnadel bereits an. Dies hat einige veranlasset zu glauben, die Kenntniß derselben sey aus China zu uns gekommen.

Den Namen der Boussole hat sie von dem Gehäus oder Büchschen, mit welchem sie umschlossen wird, welches die Holländer Boxel nennen. Boussole heißt ein jedes mit einem Stift und einer darauf ruhenden Magnetnadel versehenes Gehäus, zu welchem Gebrauch es auch immer bestimmt seyn mag. Insbesondere legt man bey uns diesen Namen den zum Gebrauche der praktischen Geometrie dienenden und mit einem Diopterlineal versehenen Magnetgehäusen bey, deren Einrichtung in Anleitungen zur praktischen Meßkunst beschrieben wird. Auch pflegt man an andern Werkzeugen der Feldmeßkunst, den Winkelmessern, Meßtischen, Scheiben, rc. kleine Boussolen anzubringen, um die Weltgegenden, nach welchen sich die Hauptlinien richten, bestimmen zu können. Ist eine Boussole zu Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel bestimmt, so heißt sie ein Declinatorium.

Ich werde hier eine kurze Beschreibung des bey der Schiffahrt gewöhnlichen Seecompasses mittheilen, wor-

aus denn die Einrichtung des gemeinen Compasses, den man auf dem festen Lande zu Bestimmung der Weltgegenden gebraucht, von selbst erhellen wird.

Man giebt der Magnetnadel des Seecompasses die einfache Gestalt eines platten Rechtecks von willkührlicher Länge, das etwa $\frac{1}{3}$ Zoll breit und $\frac{1}{12}$ Zoll dick ist. Die Ecken werden so abgestumpft, daß beyde Enden in einen stumpfen Winkel zulaufen. In der Mitte wird diese Nadel durchbohrt, und an den Umkreis der Oefnung ein hohler über die äußere Fläche der Nadel hervorragender Cylinder angesetzt, der oben mit einem ausgehöhlten wohl polirten Achat geschlossen ist.

Die Nadel wird zwischen zwo kreisrunde Scheiben von leichtem Pappendeckel oder Kartenpapier fest eingeklebt. Diese machen nun die von den Schiffern sogenannte **Windrose** oder **Schifsrose** aus, auf welche ein Stern gezeichnet wird, dessen 32 Spitzen die Weltgegenden anzeigen, so, daß der Nordpol der Nadel mit dem Punkte **Norden** übereinstimmt, s. **Windrose**. Der Rand der Rose wird, wie gewöhnlich, in 360 Grade getheilt. Wenn sie auf den Stift gesetzt wird, der sie trägt, so macht sie viele Schwingungen, und kömmt, besonders bey dem Schwanken des Schifs, sehr spät in Ruhe. Um dies zu verhindern, setze man an ihre untere Fläche kleine Flügel von Pappe an, welche bey dieser Bewegung von der Luft Widerstand leiden, und das Ruhen der Rose befördern. So wird sie mit dem Stifte, auf welchem sie aufliegt, in ein cylindrisches küpfernes Gehäuse HIKL (Taf. V. Fig. 81.) gesetzt, dessen innere Seite weiß angestrichen ist. Dieses Gehäuse hat von außen an zwoen einander nach dem Durchmesser entgegenstehenden Stellen zween Zapfen M, mit welchen es in dem Ringe NMO so hängt, daß es sich frey in demselben bewegen kan. Dieser Ring selbst hat, 90° weit von jenen Stellen, ebenfalls zween Zapfen DE, und ruht mit denselben auf einem unterwärts gehenden Halbkreise PRQ, durch welchen bey R ein runder hoher Fuß durchgeht, um welchen sich die ganze Vorrichtung frey drehen läßt. Durch Umdrehung

des Gehäuses wird die Rose nicht mit gedreht, weil die Polarität der Nadel sie unbewegt erhält, auch hält sie sich durch diese Aufhängung in einem schwebenden Ringe bey allem Schwanken des Schifs stets in einer horizontalen Lage. Von außen wird der Fuß an den Boden befestiget, und das Gehäus oben mit einem Glasdeckel versehen.

Wenn dieser Compaß zu Beobachtungen des Azimuths der Sonne dienen soll, so werden an zwoen entgegengesetzten Stellen des obern Randes der Büchse Diopteren angebracht, von deren Mitte auf der innern Fläche der Büchse Perpendikularlinien herabgezogen sind. Wollte man die Sonne blos im Horizonte beobachten, so würde es genug seyn, diese Diopteren gleich hoch zu machen. Da aber genaue Beobachtungen im Horizonte wegen der Dünste selten möglich sind, und also das Azimuth in einiger Höhe genommen werden muß, so wird die eine Diopter viel höher, als die andere, gemacht. Man spannt von der hohen zur niedrigern einen Faden aus, der die Hypotenuse eines über dem Durchmesser der Rose vertical stehenden rechtwinklichten Dreyecks bildet. Die Boussole wird gedreht, bis der Schatten dieses Fadens auf die Mitte der hohen Diopter fällt; alsdann zeigt der Grad der Windrose, auf welchen die von der Diopter herabgehende Perpendikularlinie trift, den Abstand des Verticalkreises der Sonne von dem magnetischen Mittagskreise, oder das magnetische Azimuth an. Ist der Sonnenschein nicht hell genug, um einen gehörig begrenzten Schatten zu geben, oder sucht man das Azimuth eines Sterns, so muß man sich des Visirens durch die Diopteren bedienen. Ein so eingerichtetes Instrument heißt ein Azimuthalcompaß.

Um sich nun zu erklären, wie die Richtung des Schifs vermittelst des Compasses erkannt und gelenkt werden könne, sey (Taf. V. Fig. 82.) A das Vordertheil und RS das Hintertheil eines Schifs, AB der Kiel desselben. Es wird der den Seecompaß einschließende Kasten a b d e in einem besondern gegen das Hintertheil des Schifs befindlichen Behältnisse, der Steuermannshütte (*habitacle*), so gesetzt, daß der Mittelpunkt c genau über den Kiel AB, und

die Seite des Kastens be unter einem rechten Winkel mit AB zu stehen kömmt. An der innern Fläche des Gehäuses sind einander gegen über zween Punkte oder Striche bezeichnet, welche ebenfalls genau über dem Kiele AB liegen müssen. In dieser Lage wird der Compaß gewöhnlich befestiget, und heißt alsdann der Strichcompaß (*Compas de route*). Der Grad der Schifsrose, auf welchen die gedachten Striche einspielen, giebt alsdann den Winkel ncA an, unter welchem die Richtung des Kiels BA von dem magnetischen Meridian nc abweicht, und die dahin treffende Spitze des Sterns bezeichnet die Weltgegend, nach welcher der Kiel gekehrt ist. Ist dieses nun gerade diejenige, nach welcher man mit vollem Winde fortzusegeln wünscht, so werden die Segel, wie MO, senkrecht gegen den Kiel gedreht, damit der Wind sie nach der Richtung BA forttreibe.

Da aber der Wind nur selten so günstig ist, und oft von der Seite kömmt, so muß in solchen Fällen das Segel schief gegen die Richtung des Kiels gestellt werden; alsdann wird aber das Schif von dieser Richtung des Kiels seitwärts abgetrieben. Diese Abweichung wird durch den Variationscompaß bestimmt, welcher kein anderer, als der im vorigen beschriebene Azimuthalcompaß ist. Das Schiff läst durch seine schnelle Bewegung hinter sich in in der See eine Art von Bahn zurück, nach welcher man durch die Dioptern dieses Compasses visiren, und dadurch die Weltgegend, nach der es wirklich getrieben wird, leicht bestimmen kan. So zeigt der Strichcompaß stets die Richtung des Kiels, der Variationscompaß den wirklichen Lauf des Schifs an, und diese Data reichen hin, um in jedem Falle durch andere hieher nicht gehörige Vortheile der Schifkunst den Lauf so, wie es erfordert wird, zu lenken.

Hiebey wird aber doch eine genaue Kenntniß der jedesmaligen Abweichung der Magnetnadel an dem Orte, wo man sich befindet, vorausgesetzt. Die Compasse selbst geben die Weltgegenden nach dem magnetischen Meridiane an; sie sind also von den wahren Weltgegenden um diese

Abweichung verschieden. Ich habe von den Mitteln, dieselben auf der See zu finden, bereits bey dem Worte: Abweichung der Magnetnadel, geredet. Man wird leicht sehen, daß der Variations- oder Azimuthalcompaß hiezu vorzüglich brauchbar ist, weil er das magnetische Azimuth der Sonne und der Sterne angiebt, dessen Unterschied von dem wahren oder aus der geographischen Breite des Orts und der Höhe des Gestirns berechneten, der Abweichung der Nadel gleich ist.

Auf dem Lande wird die Magnetnadel gewöhnlich in ein rundes cylindrisches Gehäuse von Messing eingeschlossen, welches oben mit einem Glasdeckel versehen ist, um die Nadel vor dem Winde sicher zu stellen. Senkrecht auf den Boden des Gehäuses erhebt sich im Mittelpunkte ein spitziger Stift, auf welchem die Nadel mit einem Hütchen ruhet. An der innern Seitenwand des Gehäuses wird parallel mit dem Boden desselben ein in 360° getheilter Ring befestiget, der mit der Magnetnadel in einer Ebne liegt. Auf diesem Ringe zeigt die Richtung der Nadel den magnetischen Meridian, und die Abtheilung in Grade verstattet leicht, daraus den wahren Meridian und die Lage der Weltgegenden zu finden, wenn die Größe der Abweichung bekannt ist. Ein solches Instrument, mit einem Diopterlineal versehen, welches mit dem durch 0° und 180° gehenden Durchmesser der Theilung parallel läuft, ist eben dasjenige, so unter dem Namen der **Boussole** zu den Operationen der praktischen Geometrie gebraucht wird.

*Musschenbroek* Introd. ad Philos. nat. To. I. §. 967.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin 1778. II. Theil. §. 641 — 643.

**Compressibilität**, Compressibilitas, compressionis capacitas, *Compressibilité*. Die Fähigkeit der Körper, sich durch eine hinreichende Kraft zusammendrücken, d. i. in einen engern Raum bringen zu lassen.

Wenn sich ein Körper zusammendrücken oder in einen kleinern Raum bringen läst, als er in seinem natürlichen

oder gewöhnlichen Zustande einnimt, so setzt dies voraus, daß seine Bestandtheile im gewöhnlichen Zustande einander nicht so nahe sind, als sie seyn können, daß sich also zwischen ihnen Räume befinden, welche entweder leer oder mit einer flüßigen Materie, die sich heraustreiben läßt, angefüllt sind. Da nun alle bekannte Körper Zwischenräume haben, in welchen fremde Materien eindringen können, so läßt sich vermuthen, daß alle Körper compressibel sind, ob es gleich bey manchen einer sehr starken Kraft bedürfen möchte, um die Zusammendrückung zu bewirken.

Körper, welche sich, wenn die zusammendrückende Kraft nachläßt, wieder in ihren vorigen Raum ausbreiten, heißen elastisch; diejenigen, welche dies nicht thun, weich. Es folgt hieraus natürlich, daß allen elastischen und weichen Körpern Compressibilität zukomme.

Man hat ehedem den meisten Liquoren, und insbesondere dem Wasser, die Compressibilität und Elasticität absprechen wollen. Die Versuche der Akademie del Cimento in Florenz (Saggi di naturali Esperienze, fatte nell'Academ. del Cimento, in Firenze. 1661. fol.) und des Mußchenbroek (Tentamina experim. natural. captorum in acad. del Cim. Lugd. Bat. 1731. 4.) schienen auf diesen Schluß zu leiten; aber neuere Versuche von Canton, Abich und v. Herbert haben das Gegentheil gelehrt. Ich werde hievon bey dem Worte: Wasser, umständlicher reden. Uebrigens scheint die Elasticität der Liquoren schon daraus zu erhellen, weil sie den Schall eben sowohl, als feste Körper, fortpflanzen.

Man kan also die Compressibilität als eine allgemeine Eigenschaft aller Körper ansehen. Nur den ersten Bestandtheilen der Körper, oder den Atomen, kan sie abgesprochen werden, in so fern man sich in diesen keine weitern Theile denkt, die einander mehr, als vorher, genähert werden könnten. Aber wir wissen von den Atomen so wenig, daß sich von ihrer wahren Natur und ihren Eigenschaften nichts mit Gewißheit behaupten läßt.

**Compreßion**, s. Zusammendrückung.

**Compreſſionsmaſchine**, Machina comprimens ſ. condenſatoria, *Machine de compreſſion ou de condenſation.* Eine Maſchine zur Zuſammendrückung oder Verdichtung elaſtiſcher flüßiger Materien.

Die mit Hähnen verſehenen Luftpumpen laſſen ſich alle auch zur Verdichtung der Luft unter einer Glocke oder in verſchloßnen Gefäßen gebrauchen; wie bey dem Worte **Luftpumpe** umſtändlich gezeigt werden ſoll. Smeatons Luftpumpe hat zwar Blaſenventile, aber zugleich auch einen Hahn, durch deſſen verſchiedene Stellung man ſie entweder als Luftpumpe, oder als Compreſſionsmaſchine gebrauchen kan.

Man hat aber auch auf den Fall, da ein Phyſiker mit keiner Luftpumpe dieſer Art verſehen wäre, beſondere Compreſſionsmaſchinen zur Zuſammendrückung der Luft angegeben. Glalilei hat dazu ſchon eine Spritze gebraucht, die man an das Gefäß an- und abſchrauben kan. Hawksbee hat zuerſt eine eigne Compreſſionsmaſchine angegeben, in welcher der Kolben durch eine bezahnte Stange vermittelſt eines Stirnrads hin und hergewunden wird (ſ. Wolfs nützl. Verſuche, 3ter Theil, Cap. I.). Nollet (Art des expériences, To. III. p. 10. ſq.) ſchlägt dazu ein kupfernes Rohr CD (Taf. V. Fig. 83.) vor, deſſen beyde Enden D und C aufwärts gebogen ſind. Bey c befindet ſich eine hole 7—8 Lin. lange Schraube, um einen Teller, eine Kugel oder ein anderes mit einem Hahne verſehenes verſchloſſenes Gefäß aufſchrauben zu können. E iſt ein Hahn, der, wie bey der Sengwerdiſchen Luftpumpe, einmal diametral, das anderemal ſchief mit einem bey e ausgehenden Canale durchbohrt iſt. Am Ende D befindet ſich eine Pumpe AD, oder ein metallner Stiefel mit einem genau einpaſſenden Kolben. Kehrt man nun den Hahn ſo, daß ſein bey e ausgehender Canal mit dem Theile D verbunden wird, und zieht den Kolben auf, ſo füllt ſich der Stiefel der Pumpe AD mit Luft aus dem Zimmer. Man wendet hierauf den Hahn anders, daß nunmehr der gerade durchgehende Canal beyde Theile D und C mit ein-

ander verbindet, und stößt den Kolben nieder, so wird die vorher im Stiefel AD befindliche Luft durch den Hahn nach C und in das aufgeschraubte Gefäß oder in die auf dem Teller befestigte Glocke getrieben. Man giebt dem Hahne wiederum die erste Stellung, und füllt durch Aufziehung des Kolbens den Stiefel aufs neue mit Luft aus dem Zimmer, u.s.w. Durch mehrere Wiederholungen dieses Verfahrens kan man also in ein verschloßnes Gefäß oder unter eine wohlbefestigte Glocke mit jedem Zuge mehr Luft bringen.

Wenn hiebey der Hahn Ee unmittelbar an D ansteht, und der Raum oder die Capacität des Gefäßes nebst der Röhre Ce = a, der Raum des Stiefels AD aber = b genennt wird, so läßt sich leicht berechnen, daß durch n Züge die Luft im Gefäße $\frac{a+nb}{a}$ mal verdichtet werden würde. Faßte z. B. das Gefäß nebst der Röhre 3 Cubikschuhe, der Stiefel 1 Cubikschuh Raum, so würde durch 12maliges Auf- und Niederstoßen des Kolbens die Luft im Gefäße $\frac{3+12.1}{3}$ mal, d. i. 5mal stärker verdichtet werden, als sie es im Zimmer ist.

Es ist aber bey Versuchen dieser Art eine große Vorsicht nöthig, weil die Verdichtung der Luft ihre Elasticität vermehrt, und die Gefäße in Gefahr setzt, durch dieselbe zersprengt zu werden. Metallne Gefäße von einiger Stärke, wie die Kammern der Windbüchsen, halten stärkere Verdichtungen der Luft aus: bey gläsernen Glocken aber, die etwa 9 Zoll im Durchmesser und eine Glasdicke von 2 Linien haben, darf man schwerlich eine stärkere Zusammenpressung wagen, als bis auf die 6fache Dichtigkeit der Luft im gewöhnlichen Zustande. Herr Hofr. Karsten (Lehrbegrif der gesammten Math. Th. VI. Pneumatik, VII. Abschn.) hat über die Festigkeit der Gefäße und Glocken für diesen Fall sehr nützliche Betrachtungen angestellt.

Soll die Verdichtung der Luft unter einer auf den Teller gesetzten Glocke geschehen, so muß diese durch eine

besondere Veranstaltung an den Teller angedrückt werden. Man pflegt auch die Glocke, um alle Beschädigung beym Zerspringen zu verhüten, mit einem Drathgitter zu umgeben, s. Luftpumpe.

Weil das immerwährende Hin- und Herwenden des Hahns die Operation mit der Nolletschen Compressionsmaschine beschwerlich macht, so hat Winkler (Anfangsgr. der Physik, Leipzig 1754. 8. S. 130.) eine sehr bequeme Compressionsmaschine (Taf. V. Fig. 84.) angegeben. Sie besteht aus einem messingenen Rohre AB mit einem Kolben, der durch die Kolbenstange C und den Grif D auf- und niedergezogen wird. Bey E ist ein kleines Loch, durch welches die äußere Luft hineinfährt, wenn man den Kolben über dieses Loch heraufzieht. Bey B ist ein Blasenventil, welches die Luft zwar aus EB in BF, aber nicht aus BF in EB zurückläst. Das Rohr AB ist durch eine Schraube mit dem horizontalliegenden und am andern Ende aufwärts gebognen Rohre BFG verbunden, auf dessen Ende G das Gefäß, in welchem man die Luft verdichten will, aufgeschraubt werden kan. Diese Röhren auf ein hölzernes Gestell, wie die Figur zeigt, befestiget, geben eine sehr bequeme Compressionsmaschine, worauf man mit dem Fuße treten, und so den Kolben in einer vortheilhaften Stellung des Körpers aufziehen kan.

Den Namen der Compressionsmaschinen verdienen unstreitig auch diejenigen, deren man sich zur Zusammendrückung des Wassers oder anderer sehr wenig elastischen Liquoren bedient hat. Hollmann (Sylloge Commentat. Gotting. 1762. 4.) erhielt 1752 eine solche Maschine von Shaw aus England. Sie bestand aus einer vertikalstehenden Schraube, welche in eine hohle metallne mit Wasser angefüllte Kugel hineingeschraubt ward. Die Kugel war zu dem Ende mit einer Schraubenmutter versehen, die vermittelst eines eisernen Hebels umgedreht ward. Eine andere von Fontana (Journal des Sçavans, Juillet 1777.) angegebene Maschine zur Compression des Wassers besteht in einem hohlen metallenen Cylinder mit einem viereckigten Aufsatze von starken Glasplatten, worinn durch

eine angebrachte Pumpe die Luft verdichtet werden kan. In den Cylinder wird ein gläsernes Gefäß mit Wasser gesetzt, das sich oben in ein Haarrohr endiget. Die Oberfläche des Wassers steht im Haarrohre, und man kan ihre Stelle durch die Glasplatten des Aufsatzes leicht erkennen. Wird nun die Luft im Cylinder und Aufsatze verdichtet, so drückt sie durch die obere Oefnung des Haarrohrs auf das Wasser im Gefäße, und man erkennt die Zusammendrückung desselben aus dem Niedersinken seiner Oberfläche im Haarrohre. Herrn Abichs Maschine zur Zusammendrückung des Wassers besteht nach Zimmermann (Ueber die Elasticität des Wassers, Leipzig 1779. 8.) aus einem metallnen 21 Zoll $5\frac{1}{2}$ Linien hohen Cylinder von 3 Zoll $-\frac{1}{2}$ Lin. Durchmesser, in welchem der Durchmesser der Höhlung nur 1 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie, die Dicke des Metalls aber ebenfalls 1 Zoll $2\frac{1}{2}$ Lin. beträgt. Dieser Cylinder wird mit Wasser gefüllt, und ein eiserner mit Ledern umlegter genau passender Stempel hineingetrieben. Zu diesem Hineintreiben bediente man sich zuerst einer Schraube, bis Hr. Prof. Zimmermann zu genauer Bestimmung der Kraft vorschlug, ihn durch einen Hebel mit angehangenen Gewichten niederzudrücken. Ein an dem Stempel befindliches Merkmal zeigte durch seinen Abstand von einer am Cylinder befestigten Queerleiste, wie weit der Stempel war hineingetrieben und bey nachlassender Kraft wieder zurückgestoßen worden.

**Concavgläser, Hohlgläser,** Vitra concava s. lentes concavae, *Verres concaves.* So heißen diejenigen Linsengläser, welche die durchgehenden Lichtstralen mehr zerstreuen oder mehr divergent machen, als sie es vorher waren, ehe sie das Glas erreichten. Die Gläser erhalten diese Eigenschaft dadurch, daß entweder beyde Flächen, oder nur eine derselben, wie ein Stück einer hohlen Kugelfläche ausgeschliffen werden. Die eine Fläche muß allemal hohl seyn, die andere aber kan entweder hohl, oder eben, oder gar erhaben seyn, wenn nur diese Erhabenheit nicht so stark ist (d. h. wenn sie nur einer Kugel von größerm Durchmesser zugehört), als die Höhlung jener Fläche. Im er-

sten Falle wird das Hohlglas concav-concav (lens utrinque concava), im zweyten plan-concav, im dritten concav-convex genannt. Die Eigenschaften der Hohlgläser werden bey dem Worte: Linsengläser, umständlicher angeführt werden.

Concavspiegel, s. Hohlspiegel.

**Concretion**, Concretio, *Concrétion.* Insgemein wird durch dieses Wort der Uebergang eines Körpers aus dem Zustande der Flüßigkeit oder Weichheit in den Zustand der Festigkeit und Härte verstanden. So kan man das Gefrieren, die Gerinnung ꝛc. als Arten der Concretion ansehen.

Bisweilen bedeutet auch Concretion eine Verbindung mehrerer kleinen Theile zu einer festen in die Sinne fallenden Masse.

Endlich werden gewisse Körper selbst Concretionen genannt, diejenigen nemlich, deren kleinere oder größere Theile vorher von einander getrennt waren, und nun durch Dazwischenkunft eines bindenden Mittels zu einem einzigen Ganzen vereiniget worden sind.

Condensation, s. Verdichtung, Zusammendrückung.

**Condensator der Elektricität, Mikroelektrometer**, Condensator electricitatis, *Condensateur de l'électricité.* Dieses erst vor wenigen Jahren von Volta (Philos. Trans. Vol. LXXII. P. I. ingl. in Rozier Journal de physique, May, Juillet, Aout. 1783). angegebne Werkzeug ist ein sehr wichtiger Zusatz zu dem elektrischen Apparat, wodurch man die allerschwächsten Grade der natürlichen und künstlichen Elektricität merklich machen kan, und der überhaupt viel Licht über die Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen verbreitet.

Der Condensator des Volta besteht aus zween Haupttheilen:

1) einer Platte von einer halb-leitenden oder schlecht-leitenden Materie,

2) einem Deckel oder Teller, den man, wie den Deckel oder die Trommel des Elektrophors, mit seidnen Schnüren, oder mit einem isolirenden Handgrif aufheben und niederlassen kan.

Zur Platte des Condensators dienen am besten die unvollkommenen Leiter, welche sich der Natur der elektrischen Körper nähern, ohne doch völlig elektrische Körper zu seyn, z. B. trockne und reine Marmor- und Alabasterplatten, Achat, Chalcedon, Elfenbein, Schildpatt, mit Leinöl imbibirtes oder überkalchtes Holz, trocknes Leder, Pergament, Papier ꝛc. Diese Platte darf beym Gebrauch nicht isolirt werden, sondern muß mit der Erde in Verbindung stehen. Man kan sogar vollkommen elektrische Körper dazu gebrauchen, wofern sie nur dünn, und mit der Erde verbunden sind. Daher kan eine dünne Luftschicht, oder ein geringer Abstand des isolirten Deckels von einer leitenden ebnen Fläche, auch statt der untern Platte ein mit Siegellack dünn überzognes Blech, ja sogar der Harzkuchen eines Elektrophors gebraucht werden, wenn er nicht allzudick ist. Auch dient dazu Holz mit Siegellack, Firniß oder Wachsleinwand überzogen, Oelfarbengemälde, Sammet und seidne Stoffe über Mauern, Tische u. dgl. gezogen, kameelhärene und sehr trockne wollene Zeuge. Doch müssen die meisten dieser Substanzen bey feuchter Witterung erwärmt werden.

Der Deckel oder Teller des Condensators ist dem beym Elektrophor gebräuchlichen vollkommen gleich, kan also auch in Gestalt einer Trommel verfertiget werden. Er muß ohne Ecken und Schärfen seyn, und an die untere Platte so vollkommen, als möglich, anpassen, in welcher Absicht es bequem ist, zwo aneinander geschliffene Metallplatten zu gebrauchen, deren eine überfirnißt ist.

Noch einfacher wird der ganze Apparat, wenn man die halb-leitende oder dünne nicht-leitende Schicht an den Deckel selbst anbringt, z. B. wenn man eine einzelne auf der untern Fläche mit Seide überzogne Metallplatte, die mit seidnen Schüren aufzogen wird, oder eine Marmorplatte, welche oben mit Stanniol belegt ist, ge-

braucht. Hiebey wird die untere Platte ganz unnöthig, und man kan sich statt ihrer jedes Tisches, Stuhls, Buches u. dgl. bedienen.

Die Eigenschaften des Condensators sind, daß der auf der nicht-isolirten Basis stehende Deckel nicht nur alle ihm vorher mitgetheilte Elektricität weit fester an sich hält, als wenn er völlig isolirt wäre, sondern auch in diesem Zustande weit mehr neue Elektricität anzunehmen fähig wird, oder nach Hrn. Volta Ausdrücken, daß man sowohl seine Tenacität, als seine Capacität, verstärkt findet.

Diese Eigenschaften erklären sich aus der Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen. Ein elektrisirter Körper strebt in andern Körpern, die in seinen Wirkungskreis gebracht werden, eine der seinigen entgegengesetzte Elektricität hervorzubringen. Wird nun ein isolirter Körper, der auf eben diese Art und eben so stark elektrisirt ist, als er, in seinen Wirkungskreis gebracht, so wird aus demselben ein Theil dieser Elektricität herauszugehen streben (d. h. diese Elektricität wird mehr Intensität, mehr Bestreben nach Ausgang und Mittheilung äußern), dagegen wird des Körpers Fähigkeit, mehr von dieser Elektricität anzunehmen (oder seine Capacität,) verringert werden. Wenn man daher zwo isolirte Metallplatten mit daranhängenden Elektrometern, beyde entweder positiv, oder negativ, elektrisiret, und sie einander allmählich nähert, so werden die Elektrometer (welche die Intensität angeben) zeigen, daß ihre Elektricitäten bey mehrerer Annäherung an einander immer stärker werden.

Wird hingegen in den Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers ein anderer eingesenkt, der auf die jenem entgegengesetzte Art elektrisirt ist, so wird ein Theil dieser entgegengesetzten Elektricität gebunden, ihre Intensität geschwächt, und der Körper fähig gemacht, noch mehr von dieser Elektricität anzunehmen, d. h. seine Capacitat wird verstärkt. Wenn man daher von den vorhin erwähnten Metallplatten die eine positiv, die andere negativ, elektrisiret, so werden die Elektrometer zeigen, daß diese Elektri-

citäten bey mehrerer Annäherung beyder Platten an einander immer schwächer werden.

Oder in andern Ausdrücken: Kömmt in den Wirkungskreis eines + E ein Körper, der mehr + E als — E hat, so wird von jenem + E ein Theil seines — E gebunden, und daher mehr von seinem + E frey oder sensibel, woraus eine natürliche Folge ist, daß er nun weniger, als vorher, im Stande ist, noch mehr + E anzunehmen. Kömmt aber in eben diesen Wirkungskreis ein Körper, der mehr — E als + E hat, so wird wiederum ein Theil dieses — E gebunden und unwirksam gemacht, oder es wird die Intensität dieses — E geschwächt, woraus folgt, daß er nun noch mehr — E anzunehmen fähig werden muß. Hieraus fließt der Satz:

Einsenkung eines isolirten elektrischen Körpers in den Wirkungskreis einer entgegengesetzten Elektricität vermindert die Intensität, und vermehrt die Capacität desselben.

Wenn man einen elektrisirten Körper gegen einen mit der Erde verbundenen Leiter, z. B. gegen den Tisch, nähert, so wird schon durch diese Annäherung in dem Leiter eine entgegengesetzte Elektricität entstehen, und der ihm genäherte elektrisirte Körper wird vermöge des vorherstehenden Satzes weniger Intensität zeigen, aber mehr Fähigkeit erhalten, neue Elektricität anzunehmen. Wenn man z. B. die Trommel eines Elektrophors so stark elektrisirt, daß der Zeiger eines damit verbundnen Elektrometers bis auf 6 ° steigt, und dann die an seidnen Schnüren gehaltene Trommel nach und nach gegen den Tisch senkt, so wird der Zeiger des Elektrometers allmählich auf 5°, 4°, 3° u. s. f. fallen. Hebt man aber die Trommel wieder auf, so steigt das Elektrometer wieder auf den vorigen Grad, den Verlust von Elektricität abgerechnet, den indeß die Feuchtigkeit der Luft oder andere zufällige Ursachen können veranlasset haben. Man setze, die Trommel des Elektrophors sey positiv elektrisirt, oder + E, so wird dieses + E bey der Annäherung an den Tisch einen Theil

des im Tische befindlichen — E binden. Dadurch wird eben so viel von dem + E des Tisches frey, und geht durch die übrigen Theile des Tisches in die Erde über. Das auf dieses Binden verwendete + E der Trommel kan eben darum, weil es verwendet ist, nicht mehr auf das Elektrometer wirken, dessen Zeiger also natürlich fallen muß. Es ist aber darum nicht verlohren gegangen, und zeigt sich wieder, wenn die Trommel vom Tische entfernt, und es dadurch in Stand gesetzt wird, wieder aufs Elektrometer zu wirken, weil es nicht mehr in das — E des Tisches wirkt, dessen verlohrnes + E jetzt auch wieder aus der Erde zurückkehrt.

Hieraus ist leicht begreiflich, daß jeder isolirte elektrische Körper desto weniger Intensität, hingegen desto mehr Capacität und Tenacität gegen das schon in ihm enthaltne E zeigen müsse, je mehr er einem mit der Erde verbundenen Leiter genähert wird. Diese Vermehrung der Capacität und Tenacität wird also im Augenblicke der wirklichen Berührung am stärksten werden, wofern nur sorgfältig verhindert wird, was sonst bey starken Annäherungen und Berührungen leicht erfolgt, daß nemlich eine wirkliche Mittheilung oder ein Uebergang der Elektricität vorgehe. Um diesen Uebergang zu verhüten, muß man sowohl den elektrisirten Körper, als den Leiter, dem er genähert wird, so glatt als möglich, ohne hervorragende Theile und scharfe Ecken, machen, und dann zur untern Platte einen sehr unvollkommenen oder schlechten Leiter wählen, damit sie dem Uebergange einen starken Widerstand entgegensetze; doch darf sie auch kein dicker vollkommen elektrischer Körper, oder völlig isolirt, seyn, weil sie sonst die Wirkungen der elektrischen Atmosphäre hindern würde. Giebt man nun dem Apparat diese Eigenschaften, so hat man einen Condensator, völlig so, wie wir ihn im Anfange dieses Artikels beschrieben haben.

Die Wirkungen dieses Condensators sind, zumal bey schwachen Graden der Elektricität, unglaublich groß. In Absicht auf die Tenacität bemerkt Hr. *Volta*, daß die Elektricität des Deckels, die sich in der Luft binnen wenig

Minuten zerstreuen würde, sich auf der Platte des Condensators mehrere Stunden lang erhalte, ja sogar durch die Berührung mit Leitern nicht weggenommen werde. Er konnte an den elektrisirten Teller des Condensators den Finger oder ein Metallstäbchen 30 Secunden lang anhalten, oder mit einem Schlüssel 50 — 60mal darauf schlagen, ohne ihm dadurch alle seine Elektricität zu entziehen; der Deckel gab vielmehr nach dem Aufziehen noch einen beträchtlichen Funken. Da man gewöhnlich das Isoliren als das einzige Mittel zur Erhaltung der mitgetheilten Elektricität ansieht, so scheint es paradox, daß man hier durch ein höchst unvollkommenes Isoliren mehr, als durch das vollkommenste selbst, ausrichtet, daß man sogar desto mehr ausrichtet, je unvollkommner die Isolirung ist, d. h. je genauer die Berührung mit der Platte, und je besser diese mit der Erde verbunden ist. Diese Bemerkung hat Hrn. Volta veranlasset, seine Abhandlung über den Condensator (im Journal de physique) *Memoire sur les grands avantages d'une espece d'isolement tres imparfait* zu überschreiben. Das Räthsel löset sich aber durch die gegebnen Erklärungen sehr leicht auf, und es kömmt nur darauf an, Vertheilung der Elektricität durch die Wirkung der Atmosphären von Mittheilung und Uebergang derselben zu unterscheiden, welches überhaupt der Schlüssel zu den vornehmsten Geheimnissen der Elektricität ist.

Was die Capacität betrift, so kan der aufgesetzte Deckel, wenn er durch den Conductor einer Maschine, durch eine geladne Flasche ꝛc. elektrisirt wird, weit mehr Elektricität, als sonst, annehmen. Er zeigt zwar, so lang er auf der untern Platte steht, wenig oder gar nichts von dieser Elektricität; hebt man ihn aber auf, so wird sie sogleich in ihrer ganzen Stärke sichtbar. Man kan daher sehr geringe Grade der Elektricität merklich machen, weil der Deckel vermögend wird, sich durch eine sehr schwache Kraft dennoch sehr stark elektrisiren zu lassen. Berührt man ihn z. B. mit dem Knopfe einer Flasche, welche höchstens einen Funken von 2 — 3 Linien geben, oder das Elektrometer 10° erheben kan, so wird er zwar, so lang er auf

der Platte liegen bleibt, sehr wenig Elektricität zeigen; sobald man ihn aber aufhebt, wird er das Elektrometer auf den höchsten Grad erheben, Funken von mehreren Zollen geben, und vielleicht freywillig Ströme von Elektricität in die Luft aussenden.

Wenn man eine Leidner Flasche entladen, und durch eine zwote auch wohl dritte Berührung allen Ueberrest von Ladung herausgezogen hat, so ist nicht daran zu gedenken, daß man aus ihr noch einen Funken erhalten werde. Wenn sie aber nur noch einen leichten Faden anzieht (welches eine gut geladne Flasche nach der Entladung und zweymaligen Berührung oft noch ganze Stunden und Tage lang thut), so giebt sie dem Deckel des Condensators noch genug Elektricität, um nach Aufhebung desselben einen merklichen Funken zu erhalten. Berührt man ihn zum zweytenmale mit dem Knopfe der Flasche, so giebt er aufgezogen einen zweyten Funken, und wird endlich die Elektricität der Flasche so sehr erschöpft, daß sie nicht einmal mehr leichte Fäden anzieht, so kan man sie doch noch durch den Condensator bemerken, dessen Deckel alsdann zwar keine Funken mehr geben, aber doch Fäden anziehen wird.

Bey starken Graden von Elektricität vergrößern sich die Wirkungen des Condensators nicht verhältnißmäßig. Denn sobald die dem Deckel mitgetheilte Elektricität so stark wird, daß sie den schwachen Widerstand der untern Platte überwinden kan, so theilt sie sich derselben mit, und zerstreut sich dadurch in die Erde. Bey einem guten Condensator ist diejenige Kraft einer Flasche gerade die vortheilhafteste, welche nur mit Mühe noch hinreicht, um beym Berühren einen kleinen Funken zu geben. Bey sehr geringer Kraft thun gute und schlechte Platten fast gleiche Dienste.

Es kan auch die Elektricität des Condensators selbst durch Mittheilung an den Teller eines zweyten Condensators noch merklicher gemacht werden. Dieser doppelte Condensator, oder dies zusammengesetzte Mikroelektroskop, ist Cavallo's Erfindung. Er gebraucht zum zweyten Condensator eine Metallplatte von der Größe eines

Schillings. Adams (Essay on electricity, Lond. 1784. 8.) versichert, daß mit Hülfe dieses doppelten Condensators eine schwache Elektricität auf tausendmal verstärkt werden könne.

Man kan also dieses Werkzeug hauptsächlich zu Bemerkung sehr schwacher Grade der natürlichen und künstlichen Elektricität gebrauchen, daher es auch Mikroelektrometer oder Mikroelektroskop genennt wird. Es dient sehr vortheilhaft zu Beobachtung der atmosphärischen Elektricität, wenn man von dem dazu aufgestellten Conductor einen Drath bis an den aufgesetzten Deckel des Condensators führt, und einige Minuten mit demselben in Verbindung läßt. So hat Volta fast täglich und stündlich Elektricität in der Atmosphäre gefunden, wenn sie auch so schwach war, daß man sie ohne Condensator gar nicht hätte bemerken können.

Man kan auch den Condensator gebrauchen, um aus einer sehr schwach geladnen Flasche noch merkliche Funken zu erhalten. So giebt des Cavallo Flasche, die man geladen bey sich tragen kan (s. Leidner Flasche), mit dem Condensator verbunden ein Magazin von Elektricität, aus dem man lange Zeit schöpfen und Funken zu mancherley Versuchen ziehen kan. Ladet man aus der größern Flasche erst eine kleinere, und aus dieser den Deckel des Condensators, so wird die Elektricität der größern Flasche noch mehr gespart. Volta bedient sich statt der kleinern Flasche eines gläsernen Fingerhuts, auswendig mit Stanniol belegt, den er auf den Finger steckt, und damit zuerst den Knopf der größern Flasche, dann den Deckel des Condensators berührt. Vermittelst des Condensators kan man auch aus einer schlechten Elektrisirmaschine dennoch starke Funken erhalten, aus einer großen schwach geladnen Flasche eine kleinere stark laden u. dgl.

Mit Beyhülfe dieser Verstärkung hat man schon einige durch andere Mittel nicht zu entdeckende Elektricitäten merklich gemacht. So ist durch Versuche in Paris und London gefunden worden, daß Verbrennung der Kohlen, Entbindung brennbarer, fixer, salpeterartiger Luft rc.,

selbst Ausdünstung des Wassers, negative Elektricität errege (ein Zeichen, daß der dabey aufsteigende Dampf positiv elektrisirt sey), woraus sich die Elektricität der Wolken erklärt. Fast alle Körper, etwa Metalle und Kohlen ausgenommen, sogar ein einziger Strich von einer trocknen Hand über den Deckel hin, zeigen Elektricität. Auf diesem Wege wird sich untersuchen lassen, ob Verdichtung und Verdünnung, Bewegung, Erwärmung und Erkältung der Luft rc., ob Gährung, Schmelzung, Crystallisation, Auflösungen, u. s. w. Elektricität erregen. De Saussure (s. Leipziger Samml. zur Physik und Naturg. III. B. 2 St.) hat in dem menschlichen Körper, wenn er durch Bewegung erhitzt wird, Elektricität gefunden, welche nach seiner Meinung durch das Reiben des Körpers an der Kleidung entsteht.

Für die Theorie von den elektrischen Wirkungskreisen sind die Erscheinungen des Condensators, so wie die des Elektrophors, höchst wichtig. Sie gründen sich ganz darauf, daß die Vertheilung der Elektricität, welche der Wirkungskreis des Deckels veranlaßt, befördert, die Mittheilung aber verhindert wird. Volta trägt unter dem Namen elektrischer **Paradoxen** acht Aufgaben vor, die sich durch den Condensator auflösen lassen, ob sie gleich den sonst bekannten Gesetzen der Elektricität ganz zu widersprechen scheinen. Sie betreffen die Vorzüge einer schlechten Isolirung vor einer vollkommnen, und die dadurch zu erhaltende große Verstärkung der Tenacität und Capacität, selbst der Intensität nach Aufhebung des Deckels, und scheinen nur den Gesetzen der Mittheilung zu widersprechen, auf welche es aber hiebey gar nicht ankömmt.

**Volta** schließt aus der Theorie der Wirkungskreise, daß die Elektricität eine **Wirkung in die Ferne** (actionem in distans) ausübe, weil sie aus dem elektrisirten Körper auf einen andern in eine ziemliche Entfernung wirkt, ohne daß von jenem Körper in diesen etwas wirkliches übergeht.

Ueber des Volta Condensator der Elektricität, in den Leipziger Samml. zur Physik u. Naturg. III. B. 2 Stück. no. 1.

Condensator der Wärme, s. Wärmesammler.

Conductor, s. Leiter der Elektricität.

Conische Spiegel, s. die Artikel Spiegel und Anamorphosen.

Coniunction, s. Aspecten.

Conservationsbrillen, s. Brillen.

**Consistenz**, Consistentia, *Consistence*. Der Zustand eines Körpers, in welchem seine Theile mit einiger Kraft zusammenhängen, und der Trennung einen merklichen Widerstand entgegensetzen. Es bedeutet also dieses Wort so viel, als Festigkeit, und wird theils der Flüßigkeit, theils dem Zustande der Pulver und Sandhaufen, in welchen die einzelnen Körner nicht zusammenhangen, entgegengesetzt. Man sagt sowohl von flüßigen und weichen Massen, wenn sie fester und härter werden, als auch von Pulvern und Sandmengen, wenn sie sich zu einer einzigen zusammenhängenden Masse verbinden, daß sie mehr Consistenz bekommen. Corpora consistentia heißen bey mehreren ältern Schriftstellern, z. B. bey Boyle, feste Körper.

**Consonanzen**, consonirende Töne, Accorde, Toni consonantes s. consoni, Intervalla tonorum consona, *Accords, Consonances*. Eine Consonanz ist eine Verbindung zweener oder mehrerer zugleich gehörter Töne, welche dem Ohre angenehm ist.

Jeder Ton macht, mit seiner Octave, Quinte und großen Terz zugleich angegeben, dem Ohre Vergnügen, daher diese Intervalle unter die vorzüglichsten und vollkommensten Consonanzen gerechnet werden. Die Octave wird dadurch angegeben, daß die Lufttheile in eine doppelt so schnelle Schwingung, als beym Grundtone, versetzt werden, oder daß sie in eben derselben Zeit noch einmal so viel Schwingungen machen, als beym Grundtone; bey der Quinte machen die Lufttheile drey Schwingungen in der Zeit, in welcher sie beym Grundtone zwey machen; bey der großen Terz machen sie fünf Schwingungen in der

Zeit, in welcher sie beym Grundtone deren vier machen. Dies drückt man kürzer so aus: die Octave, Quinte und große Terz stehen zum Grundtone in den Verhältnissen 2:1, 3:2, 5:4. Noch angenehmer ist die Consonanz des Grundtons mit der über die Octave hinaus liegenden Quinte, welche durch das Verhältniß 3:1 ausgedrückt wird.

Weniger angenehm ist es dem Ohre, den Grundton zugleich mit seiner Quarte und großen Sexte zu hören, deren Verhältnisse 4:3 und 5:3 sind. Die übrigen Intervalle, deren Verhältnisse durch andere Zahlen ausgedrückt werden, sind an sich dem Ohre noch unangenehmer, und heißen daher Dissonanzen. Die Geschicklichkeit des Tonkünstlers zeigt sich vornehmlich darinn, daß er Dissonanzen und Consonanzen auf eine zweckmäßige Art abwechseln läst, und durch das Unbefriedigende der Dissonanzen das Ohr vorbereitet, die darauf folgenden Consonanzen zu erwarten und desto lebhafter zu empfinden, und daß er durch befriedigte oder unbefriedigte Erwartungen dieser Art in seinen Zuhörern mancherley Empfindungen hervorzubringen weiß. Die unwiderstehliche Gewalt der Musik über das menschliche Herz hängt großentheils von den mannigfaltigen Eindrücken des Consonirens und Dissonirens der auf einander folgenden oder zugleich angegebnen Töne ab.

Die Ursache, warum dem Gehör die Consonanzen angenehm sind, gehört wohl eher für die Seelenlehre, als für die Naturlehre der Körper. Die meisten nehmen hierüber den Grundsatz an, daß in den schönen Künsten überhaupt die einfachern Verhältnisse angenehmere Eindrücke machen, als die zusammengesetztern und schwerer zu übersehenden. Dies erklärt, warum die Octave, Quinte und große Terz, deren Verhältnisse 2:1, $1\frac{1}{2}$:1, $1\frac{1}{4}$:1 sind, dem Ohre angenehmer klingen, als die Quarte und große Sexte, welche durch die Verhältnisse $1\frac{1}{3}$:1, $1\frac{2}{3}$:1 ausgedrückt werden. Es ist nemlich die Eintheilung der Einheit nach Hälften und Vierteln besser zu übersehen, als die nach Dritteln.

Auf diesem Grundsatze beruht die von Herrn Euler angegebne Temperatur der Töne, bey welcher die Verhältnisse blos aus den Zahlen 2, 3, 5 zusammengesetzt werden, da hingegen andere Temperaturen, wie z. B. die Kirnbergerische, weit zusammengesetztere Verhältnisse zum Grunde legen. So ist für die große Sexte (A : C) von Eulern das Verhältniß 5 : 3, von Kirnberger 270 : 161 angenommen. Es kommen aber hiebey Schwierigkeiten vor, von welchem bey dem Worte: Ton, noch etwas erwähnt werden soll.

Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers Sujets de phys. et de philos. à Mitau et Leipsic. 1780. 8. To. I. lettr. 5—7.

Constellationen, s. Sternbilder.

**Convergläser**, erhabne Linsengläser, Lentes convexae s. Vitra convexa, *Verres convexes*. So heissen diejenigen Linsengläser, welche die durchgehenden Lichtstralen mehr zusammenlenken oder convergenter machen, als sie es vorher waren, ehe sie das Glas erreichten. Die Gläser erhalten diese Eigenschaft dadurch, daß entweder beyde Flächen, oder nur eine derselben, wie ein Stück einer erhabnen oder äußern Kugelfläche, geschliffen werden. Die eine Fläche muß allemal erhaben seyn, die andere kan entweder auch erhaben, oder eben, oder gar hohl seyn, wenn nur ihre Höhlung nicht so stark ist (d. h. wenn sie nur einer Kugel von größerm Durchmesser zugehört), als die Erhabenheit jener Fläche. Im ersten Falle wird das Glas convexconvex (lens utrinque convexa), im zweyten planconvex, im dritten, wo sein Durchschnitt die Gestalt der sichelförmigen Mondscheibe hat, ein Meniskus genannt. Die Eigenschaften der erhabnen Gläser werden bey dem Worte: Linsengläser, umständlicher angeführt werden.

Converspiegel, s. Spiegel.

Copernikanisches System, s. Weltsystem.

**Crownglas**, engl. *Crown-glass.* Eine Glasart, welche in England gewöhnlich zu den Tafeln für die Fen-

sterscheiben gebraucht wird. Sie ist in der Dioptrik berühmt geworden, seitdem es dem ältern Dollond gelungen ist, durch ihre Combination mit dem weißen Krystallglase oder Flintglase, die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung in den Fernröhren zu vermeiden, s. Achromatische Fernröhre.

Dollond giebt in einem Briefe an Klingenstierna, welchen Clairaut (Mém. de Paris. 1757.) anführt, für das Crownglas das Brechungsverhältniß, d. i. das Verhältniß der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels, wie 1,53 : 1, an. Nach den Versuchen des Duc de Chaulnes (Mém. de Berlin. 1767.) ist es 1 : 0,665. Das Crownglas zerstreut aber die Stralen nicht so stark, als das Flintglas, und das durch ein Prisma von Crownglas entstandne Farbenbild ist unter übrigens gleichen Umständen um ein Drittel kürzer, als dasjenige Farbenbild, welches von einem gleichen Prisma aus Flintglas gebildet wird.

Es wird daher das Crownglas bey achromatischen Fernröhren zu den erhabnen Gläsern der Objectivlinse gebraucht, welche bey einer stärkern Brechung eine geringere Farbenzerstreuung verursachen sollen. Inzwischen kömmt hiebey das meiste auf das Flintglas an, und statt des Crownglases haben die Künstler auch außer England ihre gewöhnlichen einheimischen Glasarten gebrauchen können.

**Culmination, Durchgang durch den Mittagskreis,** Culminatio, Mediatio, Transitus per meridianum, *Passage par le meridien.* Man sagt von den Gestirnen, welche bey ihrem täglichen Umlaufe eben durch den Mittagskreis gehen, daß sie culminiren, weil sie zu eben dieser Zeit ihre gröste Höhe (culmen s. fastigium arcus diurni) erreichen, indem der Tagbogen eines jeden Gestirns von dem Mittagskreise in seinem höchsten Punkte durchschnitten wird.

Die Zeit der Culmination eines Gestirns durch Beobachtung zu finden, bedienen sich die Astronomen verschiedener Veranstaltungen. Die einfachste darunter ist das **Fadendreyeck** (Triangulum filare). An der Decke des

Zimmers ist eine Rolle befestiget, über welche ein Faden, mit einem Gewichte beschweret, so gezogen wird, daß er lothrecht auf einen Punkt einer gerade darunter gezognen richtigen Mittagslinie herabspielt. Das andere Ende des über die Rolle gezognen Fadens wird schief herabgezogen, und in einem andern Punkte dieser Mittagslinie befestiget. So bilden beyde Fäden mit dem Theile der Mittagslinie, der zwischen ihnen liegt, ein rechtwinklichtes in der Mittagsfläche liegendes Dreyeck, und wenn dem Auge des Beobachters beyde Fäden sich selbst und einen Stern decken, so ist dieser Stern im Mittagskreise. Der Augenblick, da dieses geschieht, an einer Uhr beobachtet, giebt die Zeit der Culmination. Genauer leisten dieses eigne Fernröhre, deren Axe sich nur in der Mittagsfläche auf und nieder bewegen, aber nie aus dieser Fläche verrücken läst. Ein Stern, der durch ein solches Fernrohr im Mittelpunkte des Gesichtsfeldes gesehen wird, muß also in diesem Augenblicke im Mittagskreise seyn. Dergleichen Instrumente heißen Durchgangsfernröhre, Mittagsfernröhre, Passageninstrumente (Culminatoria, *Instrumens de passage*). Man kan sich hiezu auch des Mauerquadranten bedienen, der noch überdies zugleich die Höhe des Gestirns im Augenblicke des Durchgangs, d. i. die Mittagshöhe, angiebt. Endlich läst sich die Zeit der Culmination auch durch Beobachtung übereinstimmender oder gleicher Höhen eines Gestirns auf der Morgen- und Abendseite, vermittelst beweglicher Quadranten, finden, wenn man die Zeitpunkte, in denen das Gestirn gleiche Höhen hat, an der Uhr beobachtet, und die Hälfte der Zwischenzeit zu dem Zeitpunkte der Beobachtung auf der Morgenseite hinzusetzt, welche Methode jedoch für Gestirne, die eigne Bewegungen haben, einer Correction bedarf.

Die Zeit der Culmination des Mittelpunkts der Sonne bestimmt den Augenblick des Mittags, der also durch alle im vorigen angegebne Methoden beobachtet werden kan. Nur ist hiebey darauf Rücksicht zu nehmen, daß sich die Sonne nicht als ein Punkt, sondern als eine Scheibe, darstellt, deren Mittelpunkt durch nichts bezeichnet ist.

Man wird daher die Zeiten de. Culmination für den vorhergehenden und nachfolgenden Sonnenrand besonders bestimmen, und zu der ersten die halbe Zwischenzeit setzen müssen, um die Zeit der Culmination des Mittelpunkts, oder den Augenblick des wahren Mittags zu erfahren. Auch zeigt der Schatten eines lothrechten oder auch nur in der Mittagsfläche schief liegenden Stifts oder Fadens, über einer Mittagslinie, wenn er genau auf diese Mittagslinie fällt, den Augenblick des wahren Mittags an. Auf diese Art zeigt jede Horizontal-Sonnenuhr den wahren Mittag, wenn ihr Schatten die zwölfte Stundenlinie deckt. Genauer leisten dies größere Veranstaltungen, bey welchen ein Bild der Sonne, in einem dunkeln Raume aufgefangen, im Augenblicke des wahren Mittags auf eine Mittagslinie fällt, und welche **Gnomons** genannt werden.

Die Zeit der Culmination eines Gestirns läßt sich aber auch durch Berechnung finden, wenn die Summe des Abstands der Nachtgleiche von der Sonne, und der geraden Aufsteigung des Gestirns in Zeit verwandlet wird. Es sey der Taf. V. Fig. 85. vorgestellte Kreis der Aequator, ♈ der Frühlingspunkt, ♈N☉ die gerade Aufsteigung der Sonne, ♈N die des Sterns. Es fällt in die Augen, daß der Punkt N mit dem Sterne zugleich um so viel später, als ☉, in den Mittagskreis kömmt, so viel der Bogen ☉N Zeit braucht, sich durch denselben zu schieben, d. i. so viel der Bogen ☉N, in Zeit verwandlet, austrägt. Dieser Bogen aber ist die Summe des Abstandes der Nachtgleiche von der Sonne und der geraden Aufsteigung des Sterns (☉♈+♈N), der also, in Zeit verwandlet, die Stunde der Culmination giebt.

Will man diese Stunde in Sternzeit haben, so ist es genug, den Abstand der Nachtgleiche auf den Mittag des Tages, von dem die Rede ist, in die Rechnung zu bringen. Dieser ist so, wie die geraden Aufsteigungen der vornehmsten Sterne, schon in die Sternzeit verwandlet, in den Ephemeriden, z. B. in Herrn Bode astronomischem Jahrbuche zu, finden. Für den 1 Jan. 1785 findet man für den Berliner Meridian:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Abstand 0° ♈ von der Sonne | 5 St. | 9 Min. | 43 Sek. |
| gerade Aufst. des Sirius | 6 | 35 | 42 |
| Culmination des Sirius | 11 St. | 45 M. | 25 S. |

Verlangt man aber den Augenblick der Culmination in wahrer Sonnenzeit, so muß der Abstand der Nachtgleiche für den Augenblick der Culmination selbst, der aus der vorigen Rechnung wenigstens beyläufig bekannt ist, gesucht werden. Die Ephemeriden zeigen, daß dieser Abstand vom Mittage des 1 Jan. 1785 bis zum folgenden Tage um 4 Min. 24 Sec. abnehme. Nimmt er nun in 24 St. um so viel ab, so berechnet man durch die Regel Detri leicht, daß er in 11 St. 45 Min. 25 Sec. um 2 Min. 9 Sec. abnehme, welche also von dem obigen Abstande, oder, was eben so viel ist, von dem Resultate der vorigen Rechnung, noch abzuziehen sind. Dies giebt

Culm. des Sirius 1 Jan. 1785. 11 St. 43 M. 17 S.

Es ist zwar auch hier die Rechnung in Sternzeit geführt, aber das Fortrücken der Sonne vom vorigen Mittag an bis auf den Augenblick, auf den die jetzige Rechnung gerichtet ist, beträgt genau so viel, daß die vorhergefundene Sternzeit dadurch in eben so viel wahre Sonnenzeit, als jetzt gefunden worden, verwandlet wird. Also culminirte Sirius am 1 Jan. 1785 zu Berlin Abends um 11 Uhr 43 Min. 17 Sec. nach wahrer Sonnenzeit.

Aus der Zeit der Culmination findet man durch Subtraction des in Zeit verwandleten halben Tagbogens, oder der halben Dauer der Sichtbarkeit, die Stunde des Aufgangs, durch Addition desselben die Stunde des Untergangs, s. **Tagbogen**, **Aufgang**, **Untergang**.

**Cykel**, Cyclus, *Cycle*. Man versteht unter einem Cykel eine gewisse Reihe von Jahren, die nach einander fort gezählet werden, bis man nach Endigung des letzten Jahres eine neue Reihe anfängt, und die vorigen Zahlen wiederholet.

Die Cykel sind von den ältesten Zeiten her zur Erleichterung der Zeitrechnung gebraucht worden. Bey uns

sind nur noch drey derselben gewöhnlich, der Sonnencykel, Mondcykel und Indictionscykel.

Der Sonnencykel (Cyclus Solis, *cycle solaire*) ist eine Reihe von 28 Jahren, binnen welcher Zeit nach der Einrichtung des Julianischen Kalenders die Sonntage (also auch alle übrigen Wochentage) wieder in eben derselben Ordnung auf dieselben Monatstage fallen. Da das Jahr der Geburt Christi nach der bey uns eingeführten Zeitrechnung das 10te des damaligen Sonnencykels gewesen ist, so muß man zu der Jahrzahl 9 hinzusetzen, und durch 28 dividiren, z.B. 1786 + 9, oder 1795 durch 28 dividirt, giebt 64, und läst zum Reste 3. Der Ueberrest 3 zeigt, daß das Jahr 1786 das dritte des gegenwärtigen Sonnencykels, oder daß der Sonnencykel für dasselbe 3 sey; der Quotient 64 zeigt an, daß seit Christi Geburt 64 solche Cykel verflossen sind.

Der Mondcykel (Cyclus lunae. *cycle lunaire*) begreift eine Reihe von 19 Jahren, binnen welcher Zeit die Neumonde wiederum auf die vorigen Tage des Jahres zurückkommen, weil 19 Sonnenjahre ziemlich genau 235 Mondwechsel oder Lunationen ausmachen. Der Athenienser Meton führte diesen Cykel 433 Jahre vor C. G. in den griechischen Kalender ein, um denselben mit dem Laufe der Sonne und des Mondes zugleich übereinstimmend zu machen. Man fand seinen Nutzen so groß, daß man die Zahl eines jeden Jahres in demselben die güldene Zahl nannte. Dennoch ist er nicht völlig genau; er enthält 6940 Tage, da 235 Mondwechsel nur 6939 Tage 16 St. 32 Min. ausmachen. Daher verbesserte ihn schon Kalippus ohngefähr hundert Jahre darnach, nahm vier Cykel oder 76 Jahre unter dem Namen der Kallippischen Periode zusammen, und ließ von dem letzten einen Tag hinweg, so daß der Unterschied der ganzen Periode von 27759 Tagen, und der darinn enthaltenen 940 Mondwechsel (welche 27758 Tage 18 St. 8 Min. ausmachen), nur 5 St. 52 Min. betrug. Wir machen in unserm Kalender von dem Mondcykel des Meton noch jetzt Gebrauch. Da das Jahr der Geburt Christi nach der gemeinen Rech-

nung das zweyte des damaligen Mondcykels war, so addire man zu der Jahrzahl 1, und dividire durch 19. Der Rest zeigt dann für das gegebne Jahr seine Zahl im Mondcykel, oder seine güldne **Zahl** an. So findet man für 1786 die güldne Zahl I.

Der **Indictionscykel** (Cyclus indictionum s. indictionis Romanae, *cycle de l' indiction Romaine*) begreift eine Reihe von 15 Jahren, oder drey römische Lustra. Man leitet ihn von einer Einrichtung der römischen Kaiser her, die Steuern auf so viele Jahre auszuschreiben. Er ist jetzt nur darum noch zu bemerken, weil er bey der julianischen Periode mit zum Grunde liegt (s. Periode, julianische), und weil bisweilen in den Urkunden das Jahr der Indiction angegeben wird. Man findet die Indiction im Reste, wenn die um 3 vermehrte Jahrzahl durch 15 dividiret wird. So ist für 1786 die Indiction 4.

Von dem Gebrauch der Cykeln wird bey dem Worte: Kalender, etwas angeführt werden.

**Cylindrische Spiegel**, s. **Spiegel, Anamorphosen.**

## D.

**Dämmerung**, Crepusculum, *Crépuscule.* Das Licht, welches die Sonne schon einige Zeit vor ihrem Aufgange, und noch einige Zeit nach ihrem Untergange im Luftkreise verbreitet. Das vor Sonnenaufgang erscheinende Licht heißt die **Morgendämmerung** (Crepusculum matutinum, Aurora, *Crépuscule du matin, Aurore*), und der erste Anfang desselben der **Tagesanbruch** (Diluculum, *Point du jour*); das nach Sonnenuntergang noch sichtbare die **Abenddämmerung** (Crepusculum vespertinum, *Crépuscule du soir*).

Wäre die Erde ohne Luftkreis, so würden Licht und Finsterniß beym Auf- und Untergange der Sonne plötzlich abwechseln. Die Luft aber, welche die Erde umgiebt, fängt Sonnenstralen auf, welche sonst bey der Erdfläche vorbeygehen würden, bricht dieselben, und wirft sie mit

Beyhülfe der in ihr schwebenden Dünste, Wolken ꝛc. auf Theile der Erfläche zurück, welche sonst dunkel geblieben wären. So erhalten wir schon vor Aufgang und noch nach Untergang der Sonne einiges Licht von ihr, durch die Wirkung der Atmosphäre. Die Erfahrung lehret, daß die Morgendämmerung anfange, und die Abenddämmerung aufhöre, wenn die Sonne eine senkrechte Tiefe von ohngefähr 18° unter dem Horizonte erreicht hat. Diese 8° nemlich machen den Sehungsbogen der kleinsten Sterne aus, s. Sehungsbogen, d. i. wenn die Sonne diese Tiefe hat, sieht man die kleinsten Sterne, oder es ist völlig dunkel; steht sie noch etwas höher, so wird man schon an der Gegend, der sie nahe kömmt, Sterne vermissen, d. h. Wirkungen ihres Lichts oder Dämmerung wahrnehmen. Man sieht leicht, daß es bey Bestimmung des Sehungsbogens der kleinsten Sterne auf zufällige Umstände, z. B. Güte der Augen, Reinigkeit der Luft, Menge und Beschaffenheit der Dünste, Wärme ꝛc. ankömmt, daher ihn nicht alle gleich groß angeben. Nach Riccioli (Almagest. nov. To. I. p. 39.) setzen ihn Alhazen und Vitello 19°, Nonius 16°, Tycho de Brahe 17°, Longomontan 20°, Riccoli selbst 16 — 21$\frac{1}{2}$°. Die meisten Astronomen aber nehmen als ein Mittel aus diesen verschiedenen Angaben 18° an.

Schon Alhazen hat hieraus die Höhe des Luftkreises zu bestimmen gesucht, aber dabey blos auf die Zurückwerfung des Sonnenlichts gesehen. Kepler (Epit. Astr. Copern. p. 73. sqq.) erinnert mit Recht, daß man auch auf die Brechung Rücksicht zu nehmen habe, und Halley (Phil. Trans. no. 181.) hat dem gemäß eine Verbesserung dieser Bestimmung zu geben versucht, s. Luftkreis. Manche Stralen werden auch wohl zweymal zurückgeworfen, ehe sie die Erde erreichen.

Man pflegt sich 18° tief unter dem Horizonte eines Orts HR (Taf. V. Fig. 86.) einen mit demselben parallellaufenden Kreis hr vorzustelien, und diesen den Dämmerungskreis oder die Grenze der Dämmerung (circulus s. terminus crepusculorum) zu nennen. Wenn die

Sonne, deren mit dem Aequator AQ parallellaufender Tagkreis tT seyn mag, den Dämmerungskreis bey S erreicht, so fängt die Morgendämmerung an, indem der Punkt A des Aequators im Mittagskreise PTAHhQP steht. Ist nun PSD der Abweichungskreis der Sonne und SD ihre Abweichung, so wird der Punkt D des Aequators derjenige seyn, welcher mit der Sonne zugleich in den Mittagskreis kömmt; es wird also vom Anfange der Morgendämmerung bis zum Mittage so viel Zeit verfließen, als der Bogen AD des Aequators nöthig hat, sich durch den Mittagskreis zu schieben. Hievon die halbe Tageslänge abgezogen, bleibt die Dauer der Morgendämmerung übrig, als welche nichts anders ist, als der Ueberschuß, um welchen der vom Tagesanbruche an gerechnete halbe Tag, den vom wirklichen Sonnenaufgange gerechneten halben Tag übertrift.

Es bedarf also, um die Dauer der Morgendämmerung zu bestimmen, nur der Berechnung des Bogens AD, welcher das Maaß des Winkels APD ist. Dieser Winkel APD findet sich durch Auflösung des Kugeldreyecks ZPS, dessen drey Seiten gegeben sind, wenn die Abweichung der Sonne bekannt ist. Es ist nemlich die Seite ZP der Aequatorhöhe des Orts, die Seite PS dem Complemente der Abweichung SD gleich, und die dritte Seite ZS $= 90° + 18° = 108°$. Hieraus giebt die sphärische Trigonometrie den Winkel ZPS oder APS, der als ein Bogen des Aequators angesehen, und in Zeit verwandlet, nach Abzug der halben Tageslänge (deren Erfindung bey dem Worte: Ascensionaldifferenz gelehrt wird), die Dauer der Morgendämmerung giebt.

Für eine südliche oder negative Abweichung der Sonne ändert sich hiebey nichts weiter, als daß statt des Complements der Abweichung (90° — Abw.) jetzt die Summe von 90° und der Abweichung (90° + Abw.) genommen werden muß. Es ist auch die ganze Rechnung auf Sternzeit zu richten, die gefundene Dauer aber, eben so wie bey der Berechnung der Tageslänge, und aus gleichen Gründen, für wahre Sonnenzeit anzunehmen. Daß sich eben

so auch die Dauer der Abenddämmerung finden läßt, wird jeder leicht übersehen; man wird aber nie beträchtlich irren, wenn man für jeden Tag die Dauer beyder Dämmerungen gleich setzt, zumal die angenommene Tiefe des Dämmerungskreises von 10° ohnehin nur ein im Durchschnitte genommenes Mittel ist.

Die Dauer der Dämmerungen ist für verschiedene Orte der Erde, und für verschiedene Jahrszeiten verschieden. Für Berlin z. B. ist sie zu Anfang des Jahrs 2 St. 15 Minuten, und nimmt bis zum 1 März bis auf 1 St. 58 Min. ab. Von diesem Tage an nimmt sie wiederum zu bis zum 16 May, wo sie 3 St. 42 Min. lang dauret, so daß nun bey den kurzen Nächten des Sommers die Abenddämmerung völlig bis Mitternacht anhält, und mit der Morgendämmerung des folgenden Tages ein einziges die ganze Nacht durch daurendes Ganzes ausmacht. Diese durch die ganze Nacht währende Dämmerung hält bis zum 25 Jul. an, wo sich Abend- und Morgendämmerung wieder scheiden, jede 4 St. dauret, und um Mitternacht einige Minuten lang völlige Dunkelheit herrscht. Von diesem Tage an werden die Dämmerungen wieder kürzer, bis sie am 11 October wieder 1 St. 58 Min. lang sind, und von diesem Tage bis zum kürzesten (d. 21 Dec.) wieder bis auf 2 St. 15 Min. zunehmen.

In den Ländern, welche unter dem Aequator der Erde liegen, dauert die Dämmerung an den Tagen der Nachtgleichen 1 St. 12 Minuten, und wird desto länger, je mehr sich die Sonne vom Aequator entfernt, oder je grösser ihre Abweichung wird. Unter den Polen der Erde, welche eine halbjährige Nacht haben, dauret die Abenddämmerung fast zween Monate nach Verschwindung der Sonne, und die Morgendämmerung fängt fast zween Monate vor ihrer Widererscheinung an, so daß dadurch ein großer Theil dieser langen Nacht mit Hülfe der Atmosphäre erleuchtet wird.

Man sieht aus der Figur, daß die Dämmerung die ganze Nacht hindurch dauern muß, wenn $Qt > Qr$, oder wenn $t$ über $r$ fällt, d. h. wenn die Sonne, selbst bey ihrer

grösten Tiefe unter dem Horizonte um Mitternacht, doch den Dämmerungskreis noch nicht erreicht. Wird hingegen $Qt < Qr$, so trennt sich die Abenddämmerung wieder von der Morgendämmerung. Die Grenze, wo dies geschieht, ist da, wo $Qt = Qr$. Es ist aber $Qt = SD$ oder der Abweichung der Sonne, $Qr$ hingegen $= QR - Rr$, d. i. gleich der Aequatorhöhe des Orts weniger 18°, oder für Berlin (wo die Aequatorhöhe = 37° 27′ 30″ ist) = 19° 27′ 30″. Daher dauret die Dämmerung in Berlin die ganze Nacht hindurch vom 16 May bis zum 25 Jul., an welchen beyden Tagen der Sonne Abweichung beyläufig eben so groß ist.

Die Tage der kürzesten Dämmerung zu finden, ist eine Aufgabe, deren Auflösung durch Differentialrechnung Johann Bernoullin (Opp. T. I. p. 64. ingl. Act. erudit. 1692. p. 446.) nebst seinem Bruder fünf Jahre lang beschäftiget hat. Dennoch hatte sie schon Nunnez oder Nonius (De crepusculis, liber. 1541. P. II. prop. 17.) durch die Geometrie der Alten aufgelöset. Die ausführliche Auflösung durch Differentialrechnung vermittelst der Methode des Grösten und Kleinsten hat erst de l'Hospital (Analyse des infiniments petits, edit. de Paris. 1696. p. 52.) bekannt gemacht, und Hr. Kästner (Lulofs Einl. zur Kenntniß der Erdkugel, durch Kästner, Gött. u. Leipzig 1755. gr. 4. S. 84. u. f.) hat sie aus den sogenannten Formeln des Maupertuis, die aber eigentlich von Hrn. K. selbst gefunden worden sind, hergeleitet. Für den Tag der kürzesten Dämmerung muß

$$\text{Sin. der Abw. der} \odot = \text{sin. Polhöhe} \times \text{tang. } 9°$$

seyn, woraus für die Polhöhe von Berlin (52° 32′ 30″) die Abweichung der Sonne 18° 5′ gefunden wird, eine südliche Abweichung, welche die Sonne um den 1 März und 11 October erhält.

Die bisher betrachtete Dämmerung wird die astronomische genannt. Man unterscheidet von ihr die gemeine oder bürgerliche Dämmerung, welche die Zeit begreift, da man in Wohnungen, welche nicht gerade gegen

den Ort der auf- oder untergehenden Sonne gekehrt sind, des Abends Licht anzuzünden genöthiget ist, oder des Morgens Licht zu brennen aufhören kan. Lambert hat in seiner Photometrie durch sehr umständliche Beobachtungen gezeigt, daß, wenn die Sonne eine Tiefe von 6° 23½′ unter dem Horizonte erreicht, sich die Grenzen des noch erleuchteten Kreises am Himmel gerade durch den Scheitelpunkt ziehen, so daß man alsdann an der von der Sonne ab gekehrten Seite des Himmels die größern Sterne sieht, wenn dies an der andern Seite durch die Dämmerung verhindert wird. Für diese Dämmerung muß also der Dämmerungskreis in einer Tiefe von 6° 23½′ mit dem Horizonte parallel gezogen werden. Dies ausgenommen, bleiben die Rechnungen den vorigen ähnlich. Die gemeine Dämmerung ist zu Berlin im Anfange des Jahrs 52 Min. lang, nimmt bis in den Anfang des März auf 42 Min. ab, steigt dann bis zum längsten Tage auf 62 Minuten, nimmt bis in den October wieder auf 42 Min. ab, und steigt bis zum Ende des Jahrs wieder auf 52 Min.

Auch zeigt sich an dem der wahren Dämmerung entgegengesetzten Orte des Himmels eine Erscheinung, wie ein dunkles bläuliches Segment, oben mit einem röthlichen Bogen begrenzt. Funk (De coloribus coeli, Vlm. 1716. p. 144) und Mairan (Traité de l'aurore boreale, edit. 2. p. 79.) haben sie bemerkt. Der letztere nennt sie die Gegendämmerung, (*Anticrepuscule*). Sie scheint durch des Lichtes Brechung und Zurückwerfung von der innern Atmosphäre, wie gleichsam von einem Gewölbe, verursachet zu werden.

Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel, durch Kästner, Gött. u. Leipz. 1755. gr. 4. §. 555. u. f.

Astronomisches Jahrbuch unter Aufsicht der königl. Akad. der Wiss. zu Berlin für das Jahr 1775.

Torb. Bergmann Geschichte der Wissenschaften von der Dämmerung in den schwedischen Abhdl. für 1760.

**Dämmerungskreis**, Grenze der Dämmerung, Circulus s. terminus crepusculorum, *Cercle, auquel commencent et finissent les crepuscules.* Ein kleinerer Kreis

an der Himmelskugel, welcher unter dem Horizonte in einem senkrechten Abstande von 18 ° mit dem Horizonte parallel gezogen wird, wie hr (Taf. V. Fig. 86.). Man nimmt nemlich an, daß die Morgendämmerung anfange und die Abenddämmerung aufhöre, wenn die Sonne 18° tief unter dem Horizonte steht, d. i. wenn sie diesen Kreis erreicht hat, s. Dämmerung.

Bey einigen Schriftstellern wird auch unter dem Namen Dämmerungskreis derjenige helle Kreis verstanden, der sich am Morgenhorizonte vor Sonnenaufgang, und am Abendhorizonte nach Sonnenuntergang, ganz oder zum Theil zeigt, dessen Glanz die Dämmerung verursacht, und die Sterne unsern Augen entzieht. Nach Lamberts Bestimmungen geht die Peripherie dieses Kreises durch das Zenith, wenn die Sonne 6° 23½′ tief unter dem Horizonte steht.

**Dämpfe**, Vapores elastici, *Vapeurs élastiques.* Wenn flüßige Körper, auch selbst feste, einem sehr starken Grade von Hitze ausgesetzt werden, so werden ihre Theile auf einmal in einen viel größern Raum ausgedehnt, und erhalten dabey einen sehr hohen Grad von specifischer Elasticität. Es scheint sich ein Theil der Körper mit der Materie des Feuers zu verbinden, und gleichsam im Feuer aufgelöset zu werden. In diesem Zustande heißen die Theile der Körper Dämpfe oder elastische Dünste (*vapeurs elastiques*). Man könnte also die Dämpfe Auflösungen der Körper in der Materie des Feuers oder im Elementarfeuer nennen. Der Vorgang dieser Auflösung selbst heißt die Verdampfung.

Die elastischen Materien, welche aus den Körpern bey ihrer Bearbeitung durch die Hitze hervorgehen, sind von zweyerley Art. Einige nemlich bleiben auch, wenn sie wieder erkalten, noch immer elastisch; dies sind die sogenannten Luftgattungen, Gasarten, bleibend-elastische Flüßigkeiten (*permanently elastics*), s. Gas: andere werden in der Kälte, d. i. wenn sie das Feuer, mit dem sie nur schwach verbunden waren, wieder verläßt, wie-

der in das vorige tropfbare Fluidum, das sie vorher ausmachten, oder auch in feste Körper (Blumen) verwandlet, und verlieren ihre Elasticität, die also offenbar von ihrer Verbindung mit dem Feuer herrührte; und dieses sind die Dämpfe, deren Kennzeichen daher dieses ist, daß sie durch Berührung kalter Körper verdichtet werden (*condensables by the cold*), wobey unter Verdichtung nicht blos Zusammenziehung in einen engern Raum, sondern auch Wiederherstellung zu einem tropfbaren oder festen nicht mehr oder doch weit weniger elastischen Ganzen verstanden wird.

Das deutlichste Beyspiel von Erzeugung der Dämpfe giebt die Aeolipile, Dampfkugel, s. Windkugel, eine metallne Kugel mit einer engen ofnen Röhre, in welcher Wasser gekocht wird. Allenfalls kan man eben dasselbe in einem gemeinen Theekessel wahrnehmen. Das Wasser nemlich bleibt bis zu einem gewissen Grade der Hitze (gemeiniglich ist es der 212te Grad des Fahrenheitischen Thermometers) ruhig; sobald aber seine Hitze diesen Grad übersteigt, fängt es an zu kochen, und verwandlet sich in eine flüßige höchst elastische Materie, die aus der Aeolipile wie ein heftiger Wind durch die Oefnung der Röhre ausströmt, und in ein Gefäß von gleicher oder noch stärkerer Hitze aufgenommen, die Durchsichtigkeit, Elasticität und alle übrigen mechanischen Eigenschaften der Luft hat und beybehält. Trift aber diese ausströmende heiße Flüßigkeit außer dem Gefäße die kältere Luft der Atmosphäre an, so erscheint sie in derselben als eine Art von Nebel oder Dunst, und verschwindet endlich unvermerkt, indem sie sich mit der Luft im Zimmer vermischt; stößt sie gegen die Oberfläche eines kalten Körpers, so verdichtet sie sich zu Tropfen, welche diese Oberfläche überziehen, und aufgesammlet nichts anders, als ein Theil des vorher in der Aeolipile befindlichen Wassers sind. Diese ausströmende Materie ist also ein wahrer Dampf, eine Verbindung des Elementarfeuers mit den Theilen des Wassers. Ganz ähnliche Erscheinungen bemerkt man, wenn die Aeolipile statt des Wassers mit andern Flüßigkeiten gefüllt ist,

woraus erhellet, daß jede Flüßigkeit durch einen gewissen Grad der Hitze in Dämpfe aufgelöset werde.

Herr de Saussure vermuthet zu Folge der Versuche des Lavoisier (Mém. de Paris. 1777.), daß sowohl die Luftgattungen, als die Dämpfe, ihre Elasticität dem mit ihren übrigen Bestandtheilen verbundenen Elementarfeuer zu danken haben. Wenigstens ist nach ihm durch diese Versuche erwiesen, daß die Entbindung der Luftarten eben sowohl als die Erzeugung der Dämpfe eine beträchtliche Menge Elementarfeuer aufzehre, und daß man dieses Feuer deutlich wiederfinde, sobald beyderley Materien ihre Elasticität verlieren. Vielleicht, sagt er, sind Luftgattungen und Dämpfe nur dadurch verschieden, daß jene stärker und inniger, diese schwächer, mit dem Feuer verbunden sind.

Die Luft scheint zu dieser Erzeugung der Dämpfe nichts beyzutragen; sie ist ihr vielmehr durch ihren Druck einigermaßen hinderlich. Die Entstehung der Dämpfe nemlich erfordert außer dem nöthigen Grade der Hitze auch einen gewissen Grad der Freyheit von äußerm Druck, so daß bey starkem Drucke eine große Hitze nöthig ist, um Dämpfe zu erzeugen, bey völlig aufgehobnem Drucke hingegen, wie z. B. im luftleeren Raume, eine geringe Wärme schon Dämpfe hervorbringt, daher auch das Quecksilber im Barometer, wo es ein Vacuum über sich hat, bey mäßiger Wärme verdampft. Aus eben dieser Ursache erfordert das Sieden oder Kochen, welches eine Folge der Verdampfung ist, desto mehr Hitze, wenn die zu kochende Materie eingeschlossen oder stärker gedrückt ist, da hingegen im luftleeren Raume das Wasser bey geringer Wärme kocht, s. Sieden. Der Druck der Atmosphäre setzt daher der Verdampfung jederzeit einigen Widerstand entgegen. Ist die Hitze stark genug, diesen oder jeden andern äußern Widerstand zu überwinden, so verwandlet sie das Wasser in einen ganz reinen elastischen Dampf, der die Luft aus den Gefäßen, worinn es kocht, austreibt, die Gefäße anfüllt, und bey anhaltendem Feuer, wodurch er sich immer mehr ausbreitet, die stärksten Wirkungen hervorbringen kan. Ist das Feuer oder die Wärme zu schwach,

um den Dampf rein auszutreiben, so verbindet es sich nichts desto weniger mit einigen Theilen des Körpers; allein die geringe Menge des so entstehenden Dampfs ist zu schwach, um die Luft zu durchdringen; sie vermischt sich also mit derselben, ehe sie sichtbar wird, wird von ihr aufgelöset, und macht so eine Auflösung des Dampfs in der Luft aus, für die man sonst keinen Namen hatte, und die Herr de Saussure aufgelösten elastischen Dampf (*vapeur elastique dissoute*) nennet. Dieses ist nach ihm die Geschichte und Theorie der Ausdünstung aller Körper, s. Ausdünstung.

Er behauptet nemlich, daß es gar keine Ausdünstung ohne Verdampfung gebe, d. h. daß die Luft nicht das Wasser (ob auch andere flüßige Materien, drückt er nicht deutlich aus) unmittelbar, sondern erst durch Hülfe des Feuers auflöse; daß es blos der durchs Feuer erzeugte Dampf sey, den die Luft aufnimmt, und in sich aufgelöset hält. Er gründet diese Behauptung darauf, daß ihm die Versuche mit einem Manometer, welches mit Wasser und Luft in eine Glaskugel eingeschlossen war, gezeigt haben, die Ausdünstung vermehre das Volumen der Luft durch eine hervorgebrachte elastische Materie, welche dünner als die Luft selbst, und nichts anders, als das in Dämpfe verwandlete Wasser, sey. Hieraus würde denn folgen, daß der Dampf der Aeolipile mit dem, was bey der gewöhnlichen täglichen Ausdünstung aus dem nicht erwärmten Wasser aufsteigt, völlig einerley, nur jener dünner und reiner, dieses dichter und mehr mit der Luft verbunden sey. So viel wenigstens ist gewiß, und den Physikern längst bekannt gewesen, daß die Verdampfung der Auflösung des Wassers in der Luft vorzüglich günstig sey, so wie auch die Versuche mit der Aeolipile zeigen, daß der aus ihr hervordringende Dampf in der Luft des Zimmers bald völlig aufgelöset wird, ohne ihre Durchsichtigkeit zu hindern.

Die Elasticität der Dämpfe ist ungemein stark, und bringt, wenn sie in einen engen Raum eingeschlossen werden, der ihrer Ausdehnung Widerstand entgegensetzt, beträchtliche Wirkungen hervor. Beyspiele hievon sind das

Knistern und Sprühen des feuchten Brennholzes, die Knallkügelchen, hohle Glaskugeln mit etwas Wasser, die auf glühenden Kohlen mit einem heftigen Knalle zerspringen, das Spielwerk der Kinder, die einen Schlüssel mit Wasser füllen, mit einem Pfropfe verstopfen, und durch Erhitzung des Wassers über der Lichtflamme oder auf Kohlen den Pfropf mit einem Knalle heraustreiben, ingleichen die Aeolipile, aus welcher der Dampf mit Gewalt, wie ein Wind, hervorbricht, dessen Wirkungen sich oft bis auf etliche Schuhe weit erstrecken. Wasser auf geschmolzene Metalle gegossen, platzt mit der grösten Heftigkeit umher, und zerstreut dadurch oft einen Theil des schmelzenden Metalls selbst mit der gewaltsamsten Wirkung, indem es durch die große Hitze sehr plötzlich in Dämpfe verwandlet wird. Man kan auch einen Theil der Wirkung des Schießpulvers durch die Dämpfe erklären, in welche theils das Krystallisationswasser des Salpeters, theils das aus Entzündung der Knallluft entstandene Wasser beym Abbrennen verwandlet wird. Musschenbroek (Introd. §. 1468.) giebt an, die Kraft des heißen Dampfs sey bisweilen 30mal stärker, als die Kraft des Schießpulvers, und es sey kein Gefäß stark genug, den höhern Graden derselben zu widerstehen.

Der Dampf, welcher aus Wasser entsteht, ist leichter, als atmosphärische Luft, und nimmt mithin einen weit größern Raum ein, als die Masse Wasser, woraus er entstanden ist. Musschenbroek (a. a. O.) behauptet, der Dampf des heißen Wassers nehme, obgleich vom Gewichte der ganzen Atmosphäre zusammengedrückt, wenigstens 14000mal so viel Raum ein, als das Wasser; denn, wenn man einen Wassertropfen in einer holen Glaskugel erhitze und in Dampf verwandle, nachher aber die Oefnung der Kugel in Quecksilber bringe, so fülle dieses nach dem Erkalten die ganze Kugel bis auf $\frac{1}{14000}$ ihrer Capacität aus. Es sind aber die Folgen aus Versuchen dieser Art vielen Fehlschlüssen ausgesetzt. James Watt (Göttingisches Magazin, 3ten Jahrg. 2tes St. S. 223. f.) hat hierüber die neuesten Versuche angestellt, und die Ausdehnung weit kleiner gefunden, als sie Musschenbroek

angiebt. Er setzt nemlich den Dampf nur etwa halb so schwer, als die Luft, mithin ohngefähr 1600mal leichter, oder in einen 1600mal größern Raum ausgedehnt, als das Wasser.

Durch die Berührung mit kalten Körpern werden die Dämpfe wiederum zu eben den Materien, aus welchen sie entstanden waren, verdichtet. Diese Materien werden gleichsam aus dem Feuer, das sie aufgelöset hielt, niedergeschlagen. Hierauf gründet sich die Destillation, bey welcher die in Dämpfe auflösbaren oder flüchtigen Theile der Körper durch die Hitze von den feuerbeständigen geschieden, und in kältere Gefäße übergetrieben werden, wo sie sich verdichten und in flüßiger oder fester Gestalt wieder sammeln, s. **Destillation**. Füllt man Gefäße ganz mit Dämpfen an, und kühlt sie, nachdem sie verschlossen worden, ab, so ziehen sich die Dämpfe plötzlich in einen bey weitem geringern Raum zusammen, und es entsteht daher ein luftleerer Raum. Hierauf gründet sich die Luftpumpe des Herrn Wilke und die Dampfmaschine, s. **Luftpumpe, Dampfmaschine.**

*De Saussure* Essais sur l'hygrometrie, Essai III. ch. 1. *Des vapeurs élastiques.*

Lichtenberg Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, bey §. 434.

## Dampfmaschine, Feuermaschine, Machina ope ignis s. vaporum mota, *Pompe à feu*.

Eine Maschine, welche vermittelst der Dämpfe des kochenden Wassers in Bewegung gesetzt wird. Die bewegende Kraft ist eigentlich der Druck der Luft gegen den luftleeren Raum, welcher durch plötzliche Abkühlung der Dämpfe entsteht. Gewöhnlich werden Maschinen dieser Art zu hydraulischen Absichten, oder zu Erhebung großer Mengen von Wasser an solchen Orten gebraucht, wo die dazu nöthige Feurung leichter und wohlfeiler zu haben ist, als die Veranstaltungen, welche andere bewegende Kräfte erfordern.

Nach Desaguliers (Course of experimental philosophy, To. II. S. 465.) soll der **Marquis von Worcester** der eigentliche Erfinder dieser Maschinen, wenig-

stens der erste seyn, der den Gedanken davon in einer Schrift (A century of the names and scantlings of such inventions, as at present I can call to mind Glasgow. 1677. 12.) angeführt hat. Aus dieser Schrift soll Thomas Savery, der insgemein für den Erfinder gehalten wird, die Sache entlehnt haben. Andere nennen Newcomen als den Urheber dieser Erfindung. Doch bleibt dem Savery unstreitig die Ehre der ersten Ausführung Philos. Transact. 1694.), die er auch in einem 1699 erschienenen Buche selbst beschrieben hat. Um eben diese Zeit beschäftigte sich Papin in Marburg mit ähnlichen Versuchen (s. Ars nova ad aquam ignis adminiculo efficacissime elevandam, Cassellis. 1707 4.) Man findet diese ältern Einrichtungen der Dampfmaschine bey Leupold, (Theatr. machin. generale, Tab. LII LIII.) abgebildet und beschrieben. Eine solche Maschine ward mit beträchtlichen Verbesserungen von Potter, einem Engländer, zu Königsberg in Ungarn angelegt, um die Wasser aus den Gruben zu fördern; sie ist unter dem Namen der Potterischen Feuermaschine bekannt, und wird von Leupold (Theatr. mach. hydraul. To. II. §. 202 sqq. Tab. XLIV.) beschrieben. Den daselbst befindlichen Nachrichten zufolge scheint sie in den Jahren 1722 oder 1723 zu Stande gekommen zu seyn. Sie brauchte täglich drey Klaftern Holz, und hob in 25 Sätzen Röhren von 6 Zoll Durchmesser und 4 Klaftern Höhe das Wasser 14mal in einer Minute 6 Schuhe hoch. Der Druck der Luftsäule auf den Kolben ward auf 111 Centner gerechnet. Von der um eben diese Zeit in London angelegten Dampfmaschine, welche das Wasser aus der Themse erhebt, und in die Stadt führt, handlet eine eigne im Jahr 1726 herausgekommene Beschreibung, welche Weidler (Tr. de machinis hydraulicis toto terrarum orbe maximis, Marliensi et Londinensi, Viteb. 1728. 4.) ins Lateinische übersetzt hat. Diese hob in 24 Stunden 14400 Eimer Wasser, und der Druck der Luftsäule betrug 9599 Pfund.

In Frankreich hatte zwar schon Amontons (Mém. de Paris. 1699.) Vorschläge dieser Art gethan; allein es

sind auch hier die ersten Dampfmaschinen von Engländern angegeben worden. **Belidor** (Architecture hydraulique, To. II. p. 308. u. f.) beschreibt sehr umständlich und lehrreich diejenige, welche zu Fresnes, einem nahe bey Conde liegenden Dorfe, erbauet war, um die Grubenwasser aus den daselbst befindlichen Steinkohlenschächten zu fördern. Da diese Maschinen aus sehr vielen einzelnen Theilen zusammengesetzt sind, deren ausführliche Beschreibung mehr Raum und Abbildungen erfordern würde, als hier darauf zu verwenden möglich ist, so werde ich deshalb auf **Belidors** angeführte Stelle verweisen, und hier nur eine kurze Nachricht von den Haupttheilen der Maschine geben, zu deren Erklärung Taf. V. Fig. 87. gehört.

Der Mechanismus dieser Maschinen beruht, im Ganzen betrachtet, auf einem Hebel oder Baume (*balancier*) AB, der an dem einen Ende B mit den Saugpumpen, welche das Wasser heben sollen, am andern mit einem Kolben verbunden ist, der in einem Cylinder oder Stiefel PQ auf und nieder geht. Dieser Cylinder steht mit einem großen kupfernen Kessel oder Helme in Verbindung; beyde sind wohl verschlossen, so daß keine äußere Luft hineinkommen kan; der Kessel steht über einem Ofen R, dessen Feuer die Maschine treibt.

Das im Kessel kochende Wasser wird in Dämpfe verwandlet, welche in den Cylinder aufsteigen, und den Raum ausfüllen, der durch das Heraufgehen des Kolbens leer wird. Der Kolben selbst wird durch das Uebergewicht des Hebels, der an der Seite B stärker, als an der andern A, belastet ist, aufgezogen. Sobald der Kolben seine höchste Stelle erreicht hat, schiebt die Maschine vermittelst einer am Hebel bey H anhängenden Stange einen Deckel oder Schieber, den sogenannten **Regulator**, vor die untere Oefnung der Röhre, welche den Cylinder mit dem Kessel verbindet, so, daß weiter keine heißen Dämpfe aus dem Kessel aufsteigen können. Eben diese Stange öfnet zugleich einen Hahn K, wodurch eine Einspritzung von kaltem Wasser in den Cylinder veranlasset wird. Dieses kalte Wasser spritzt von unten auf gegen die untere Seite des

Kolbens, fällt von derselben in Gestalt eines Regens zurück, und verdichtet die Dämpfe wieder. Hiedurch entsteht ein leerer Raum, und die auf den Kolben drückende Luftsäule treibt denselben wiederum auf den Boden des Cylinders zurück, zieht das mit dem Kolben verbundne Ende A des Hebels niederwärts, und erhebt dadurch das andere Ende B mit der daran befindlichen Schachtstange, welche die Kolben der Saugpumpen mit sich in die Höhe zieht. Hiebey geht zugleich die bey H anhängende Stange wiederum niederwärts, öfnet den Regulator aufs neue, und verschließt den Hahn K, daß also die Einspritzung des kalten Wassers aufhört, und die Dämpfe aus dem Kessel wiederum eintreten können, um den Kolben aufs neue in die Höhe zu treiben, und den Hebel durch sein Uebergewicht auf der andern Seite niedersinken zu lassen. So hängt das Spiel der Maschine von der abwechselnden Wirkung der heißen Dämpfe und des kalten Wassers, verbunden mit dem Drucke der Atmospäre, ab.

Die Art, wie die am Hebel bey H anhängende Stange, wenn sie weit genug heraufgegangen ist, den Regulator vorschiebt, und den Hahn K öfnet, und, wenn sie weit genug niedergesunken ist, gerade das Gegentheil bewirkt, beruht auf Kunstgriffen, welche mehr zur Mechanik, als zur Naturlehre gehören. Fast jeder Künstler bewirkt diese Bewegungen auf eine andere Art. Der Hebel bewegt zugleich ein Druckwerk, wodurch das Behältniß, aus welchem das in den Cylinder einspritzende Wasser herabkömmt, stets mit neuem Wasser versehen wird. Viele andere theils zum Mechanismus selbst, theils zur Bequemlichkeit und Sicherheit der Maschine gehörige Stücke muß ich hier ganz unberührt lassen.

Diese Dampfmaschinen sind vorzüglich in den Bergwerken, wo man beym Mangel genugsamer Aufschlagewasser in große Tiefen zu wirken hat, mit Vortheil zu gebrauchen, und daher besonders in den englischen Bergwerken häufig angelegt, wo die Feurung mit Steinkohlen geschieht. Dennoch ist diese Feurung kostbar, und man verbraucht zu einer großen Feuermaschine in Cornwallis jähr-

lich für 3000 Pfund Sterling Kohlen. Man hat aus dieser Ursache viel an der Verbesserung der Dampfmaschinen gearbeitet, und dabey vornehmlich zween Fehler derselben bemerkt. Der erste ist, daß das eingespritzte kalte Wasser durch die große Hitze des Cylinders selbst erwärmt und zum Theil in Dampf verwandlet wird, der dem Drucke der Atmosphäre auf den Kolben widersteht, und die Kraft der Maschine vermindert: der zweyte, daß eben dieses eingespritzte Wasser, welches auf den Boden des Cylinders zurückfällt, nicht nur den Cylinder abkühlet, sondern auch, bey der Wiedereröfnung des Regulators, den von neuem aufsteigenden Dampf so lange wieder verdichtet und in Wasser verwandlet, bis alles wieder so heiß, als dieser Dampf selbst, ist.

James Watt zu Glasgow in Schottland hat durch seine im Jahre 1764 erfundene Verbesserung diesen Fehlern abgeholfen. Um den Cylinder in einer stets gleichförmigen Hitze zu erhalten, vermeidet er das Einspritzen des kalten Wassers gänzlich, und umgiebt noch überdies den Cylinder mit einem Behältnisse, das beständig mit heißem Dampfe angefüllt ist, bekleidet ihn auch mit einer Substanz, welche die Hitze nur langsam durchläßt. Den Dampf verdichtet er in einem besondern Gefäße, das er den Condensator nennt, welches er in kaltes Wasser stellt, und noch überdem inwendig kaltes Wasser hineinspritzet. Dieses Wasser wird nebst der daraus abgesonderten Luft durch Pumpen, welche die Maschine selbst treibt, wieder herausgezogen, und die etwa nachgebliebene durch den Dampf selbst vollends herausgeblasen. Der Kolben schließt sehr genau an, damit man nicht nöthig habe, wie bey den gewöhnlichen Maschinen, etwas Wasser darauf fließen zu lassen, um der Luft den Zugang zu verschließen. Es ist bey dieser Maschine auch nicht der Druck der Luft, sondern es ist die Elasticität des Dampfes im Behältnisse, welche den Kolben hinabtreibt, wenn das Vacuum unter demselben zuwegegebracht ist, und die Luft wird gänzlich von dem völlig mit Dampf umringten Cylinder ausgeschlossen.

Zu dem Ende ist der Cylinder selbst schmäler, als gewöhnlich, und in einer geringen Entfernung von einem zweyten cylindrischen Behältnisse umschlossen, das unten einen Boden und oben einen Deckel hat. Aus dem Zwischenraume zwischen beyden geht unten im Boden eine weite an beyden Enden ofne Röhre in den Kessel, durch welche das Behältniß stets mit Dampf angefüllt wird. Der innere Cylinder hat einen Boden und einen beweglichen Kolben, wie gewöhnlich, ist aber oben offen, so daß der Dampf im Behältnisse von oben frey auf den Kolben wirken kan. Die vollkommen runde Kolbenstange geht durch ein Loch im Deckel des Behältnisses auf und nieder; damit dieses Loch vollkommen dampfdicht sey, ist es mit einer angeschraubten Einfassung von Werg umgeben.

Unten im Boden des innern Cylinders sind zween bewegliche Schieber angebracht, wovon der eine, der Dampfschieber, den Dampf aus dem Zwischenraume in den innern Cylinder unter den Kolben hineinlassen oder abschließen kan. Der andere, der Ausleerungsschieber, öfnet oder verschließt die Mündung einer Röhre, welche zum Condensator führet. Der Condensator besteht aus einer oder mehreren Pumpen, die von dem großen Hebel der Maschine getrieben werden. Unten in den Boden dieser Pumpe ist die Röhre, die vom Cylinder kömmt, befestiget, und der ganze Condensator steht in einer Cisterne kalten Wassers, welche durch die Maschine gefüllt wird.

Gesetzt nun, die Luft sey aus dem Condensator herausgezogen, und der Cylinder mit Dampf angefüllt, so wird der Dampfschieber verschlossen, der Ausleerungsschieber aber geöfnet, und der Dampf strömt nun mit Heftigkeit in den luftleeren Raum des Condensators hinein. Hier berühret er aber die kalten Wände der Röhre und der Pumpen, und begegnet einer Einspritzung von kaltem Wasser, die mit dem Ausleerungsschieber zugleich geöfnet wird. Dies verdichtet ihn augenblicklich zu Wasser. Weil im Condensator ein völliges Vacuum bleibt, so zieht der übrige Dampf aus dem Cylinder nach, und dieser wird völlig ausgeleert. Nun hat der Dampf im Behältnisse keinen Wi-

derstand mehr von dem Dampfe unter dem Kolben gegen sich, sondern drückt mit seiner ganzen Elasticität den Kolben bis auf den Boden des Cylinders herab, wodurch der Hebel an einem Ende herabgezogen wird, und die Schachtstange am andern Ende hebt. Jetzt wird der Ausleerungsschieber geschlossen, und der Dampfschieber eröfnet, daher der Dampf abermals unter dem Kolben hineintritt, welcher demnach durch das Uebergewicht der Pumpenstange in die Höhe gezogen wird u. s. f.

Diese verbesserten Dampfmaschinen sollen wenigstens zwey Drittel der Feuerung gegen die vorher gewöhnlichen ersparen, und heben mit Aufwand eines Centners guter Steinkohlen 20 bis 24000 Cubikfuß Wasser 24 Fuß hoch. Eben dieser Watt hat auch ein Mühlrad erfunden, das durch inwendig hineingeleiteten Dampf getrieben wird. Er ist seit 1774 mit Boulton zu Birmingham in Gesellschaft getreten, und beyde haben seitdem verschiedene Maschinen dieser Art in England zu Stande gebracht, worunter die gröste bey Coventry in Hawkesburg Kohlenmine einen Cylinder von 58 Zoll Durchmesser hat, der eine Pumpe von 14 Zoll Durchmesser 65 Klaftern hoch bearbeitet, und regelmäßig 12 Züge von 8 Fuß Höhe in einer Minute macht. Watt erhielt schon 1768 ein königliches Patent, solche Maschinen zu seinem Nutzen allein verfertigen zu dürfen, welches 1775 erneuert worden ist. Boulton und er haben 1780 eine Maschine für die Stadt Paris verfertigen müssen, welche das Wasser aus der Seine heben und durch die Quartiere der Stadt vertheilen soll; diese ward zu Schiffe nach Havre de Grace übergebracht.

Noch finde ich in Herrn Lichtenbergs Magazin für das Neuste aus der Physik (II. B. 4. St. 1784. S. 211.) die Nachricht, daß Farter, ein Mechaniker in Namur, eine äußerst einfache Feuermaschine zusammengesetzt habe, bey welcher man nur den vierten Theil des Dampfes brauche, der bey den gewöhnlichen erforderlich ist.

Es wird dem durch seinen Schachspieler bekannt gewordenen Hrn. von Kempelen die Erfindung einer neuen Dampfmaschine zugeschrieben, welche aus einem um eine

Axe beweglichen cylindrischen Rohre besteht. Man stelle sich das Rohr als horizontal liegend vor, wie AB (Taf. V. Fig. 88.), so daß es einer horizontalen Umdrehung um eine vertikale Axe C fähig ist. Die Enden des Rohrs sind nach entgegengesetzten Seiten umgebogen, und endigen sich in spitzige Oefnungen α, β, so daß das Ganze dem elektrischen Flugrade ähnlich wird. Wird nun das Rohr mit Dampf gefüllt, so strömt dieser mit Heftigkeit durch die Oefnung aus, und der Widerstand oder die Gegenwirkung nach A und B treibt den Cylinder zurück. Hieraus entsteht eine Umdrehung der Röhre um die Axe eben so, wie beym elektrischen Flugrade durch das Ausströmen der Spitzen, oder wie bey der Segnerischen hydraulischen Maschine (Mém. de l'Ac. de Prusse, 1750. 1751.) durch das Ausfließen des Wassers. Ich finde den Gedanken, eine Maschine auf ähnliche Art durch Dämpfe zu bewegen, schon beym Musschenbroek (Introd. ad philos. natur. §. 1469.), wo das in einem vertikalen Cylinder gekochte Wasser Dämpfe durch gegenüberstehende Röhren aussendet, welche an entgegengesetzten Seiten Oefnungen haben. Die Wirkung wird sehr richtig durch den Druck der elastischen Dämpfe gegen die Wände der Röhre erklärt, welcher bey völlig verschlossener Röhre nach jeden zwo entgegengesetzten Richtungen gleich stark wirkt, und daher, wenn ihm in β nichts entgegen steht, gegen B allein drückt, und das bewegliche Gefäß nach der Richtung BD umtreibt.

Belidor Architectura hydraulica, nach der deutschen Uebersetzung, Augspurg. 1740. kl. Fol. 1 Th. IV. Buch. 3 Cap.

Göttingisches Magazin der Wiss. von Lichtenberg und Forster. Dritten Jahrgangs zweytes Stück, S. 218 u. f.

Declination, s. Abweichung.

Declinationskreis, s. Abweichungskreis.

Declinatorium, s. Compaß, Abweichung der Magnetnadel.

Decomposition, s. Zersetzung.

Deflexion des Lichts, s. Beugung des Lichts.

**Dehnbarkeit, Streckbarkeit**, oft auch **Zähigkeit, Geschmeidigkeit**, *Ductilitas, Ductilité.* Die Eigenschaft der Körper, da man ihren Theilen allerley Lagen gegen einander geben kan, ohne daß sie ihren Zusammenhang unter einander verlieren. Die Theile dehnbarer oder zäher Körper müssen immer gleich stark zusammenhängen, man bringe sie, in welche Lage man immer wolle. So läst sich das Gold in die feinsten Fäden ziehen, und der nasse Thon oder das weiche Wachs in jede Gestalt drücken. Bey festen Körpern wird diese Eigenschaft in eigentlichem Verstande **Dehnbarkeit, Streckbarkeit** oder **Geschmeidigkeit** genannt, und der **Sprödigkeit** entgegen gesetzt; bey weichen Körpern, die sich der Natur der flüßigen nähern, heißt sie gewöhnlicher **Zähigkeit**. So nennt man die Metalle dehnbar oder geschmeidig, Thon und weiches oder geschmolzenes Wachs zähe.

Die Metalle besitzen einen vorzüglich hohen Grad der Dehnbarkeit, und unter ihnen das Gold den stärksten. Es läst sich unter dem Hammer zu Blättchen strecken, deren Dicke nach **Reaumur** (Mém. de Paris, 1713.) nicht mehr als den dreyßigtausendsten Theil einer Pariser Linie beträgt. Bey der Verfertigung der Goldtressen, welche aus einem nur auf der Oberfläche vergoldeten Silberfaden bestehen, zeigt sich die Dehnbarkeit des aufliegenden Goldblättchens noch weit stärker. Es wird dabey eine 15 Lin. dicke und 22 Zoll lange Silberstange, welche 45 Mark wiegt, zu den gemeinen lyonischen Tressen mit einer einzigen Unze Gold überzogen oder vergoldet. Diese Silberstange wird mit Gewalt durch mehrere runde Löcher in stählernen Platten gezogen, wovon das nächstfolgende immer enger, als das vorhergehende, ist. Sie wird dadurch nach und nach immer dünner und länger; dabey bleibt die Oberfläche jederzeit mit Gold bedeckt, und das Silber kömmt aus dem Innern nie unbedeckt hervor, bis zuletzt das Ganze ein sehr feiner vergoldeter Silberfaden wird. **Reaumur** berechnet (a. a. O.), daß die ganze Stange von 45 Mark dadurch in einen Faden ausgezogen werde,

welcher 1163520 pariser Schuh lang ist. Dieser Faden wird noch zwischen zween polirten Stahlcylindern durchgezogen und abgeplattet, wodurch seine Länge noch um den siebenten Theil vergrößert wird. Hieraus läst sich nun durch Rechnung finden, daß das Goldblättchen, welches seine Oberfläche umkleidet, wenn es überall gleich stark wäre, nur $\frac{1}{145840}$ einer pariser Linie dick seyn könne. Da es aber unmöglich überall gleich stark ausgedehnt seyn kan, so läst sich annehmen, daß es Stellen gebe, wo die Dicke dieser Vergoldung kaum $\frac{1}{300000}$ der pariser Linie beträgt. Diese erstaunenswürdige Ausdehnung des Goldes ist aber bey weitem noch nicht die höchste Grenze. Es ist kein Zweifel, daß man den Faden vielleicht noch bis über die doppelte hier angegebne Länge würde strecken, und dadurch die Dehnung noch höher treiben können, wenn es nöthig wäre.

Unter die weichen und flüßigen Materien, welche in vorzüglichem Grade dehnbar oder zähe sind, gehören vornehmlich das geschmolzene oder sehr erhitzte Glas, die Gummi und Harze, und die Materien, aus welchen die Spinnen und Seidenwürmer ihre Fäden ziehen.

Es ist bekannt, daß das Glas, durch die Hitze erweicht oder geschmolzen, alle Gestalten annimmt, und sich in die feinsten Fäden ausziehen läst. Diese Glasfäden haben auch, wenn sie erkalten, die Sprödigkeit oder Zerbrechlichkeit nicht mehr, die sonst dem Glase in größern Massen eigen ist; sie sind vielmehr desto biegsamer, je feiner und zärter man sie gebildet hat. Es ist sehr leicht, das Glas in solche Fäden auszuspinnen. Man hält das Ende eines Stückes Glas in die Flamme der Lampe, läst es durch die Hitze weich werden, hängt dann ein feines gläsernes Häckchen daran, das sogleich anhängt, und zieht dasselbe schnell aus. Es nimmt einen Glasfaden mit sich, den man mit Hülfe des Häckchens an den Umfang eines Spinnrads befestigt, und der sich durch Umdrehung des Rads immer weiter auszieht, so daß durch schnelle Umdrehung die Glasmasse, wie der Flachs am Rocken, abgesponnen, und der Faden um die Peripherie des Rads ge-

wickelt wird. Diese Fäden sind nicht völlig rund; ihr Durchschnitt ist gemeiniglich ein abgeplattetes Oval, dessen längere Axe 3—4mal so groß ist, als die kürzere. Die feinsten dieser Fäden haben erkaltet eine ungemeine Biegsamkeit. Man weiß, daß aus solchen Glasfäden, welche so fein als Haare sind, Federbüsche und Perücken verfertiget werden, worin das Glas alle Biegungen annimmt. Reaumur glaubt, man werde aus Glasfäden Zeuge weben können, wenn man sie so fein, als die Fäden der Spinne und des Seidenwurms, ausziehen könnte.

Auch die Masse, woraus die Spinnen ihr Gewebe ziehen, ist im Ganzen, wie ein trocknes Gummi, spröde und zerbrechlich, und wird nur durch Ausziehung in Fäden von der äußersten Feinheit biegsam. Die Spinnen haben an ihrem Hintertheile fünf Warzen, deren jede mit einer unzählbaren Menge feiner Löcher durchbohrt ist, durch welche die Fäden hervorgehen. Wenn man bedenkt, daß selbst die kleinsten Spinnen, die kaum das Ey verlassen haben, schon zu weben anfangen, obgleich ihre Warzen dem bloßen Auge unsichtbar sind, so kan man daraus auf die Kleinheit der in jeder Warze in unzählbarer Menge vorhandenen Löcher und auf die bewundernswürdige Feinheit der Fäden schließen, deren übrigens mehrere wegen der Klebrigkeit der Masse zusammenhängen, und sich in einen Faden des Gewebes vereinigen.

Von der Ursache der Dehnbarkeit wissen wir so wenig, als von der Ursache des Zusammenhangs überhaupt; es muß uns genug seyn, die Phänomene derselben beobachten zu können.

*Brisson* Dict. raisonné de physique, art. *Ductilité*.

**Delislisches Thermometer**, s. Thermometer.

**Demant**, s. Diamant.

**Dephlogistisirte Luft**, s. Gas, dephlogistisirtes.

**Descension**, s. Absteigung.

**Destillation, Destilliren**, Destillatio, *Destillation.* Eine Operation, bey welcher die flüchtigen Theile der Körper in verschlossenen Gefäßen durch die Hitze in Dämpfe verwandlet, in den vorgelegten kühlen Gefäßen aber wieder verdichtet und aufgesammlet werden, s. Dämpfe. So giebt das Destilliren ein Mittel ab, die flüchtigen Bestandtheile der Körper von den feuerbeständigen zu trennen. Oft aber pflegt man auch durch das Destilliren Materien mit einander zu vereinigen.

Die Geräthschaft, deren man sich beym Destilliren bedient, oder das Brennzeug (*alembic*), ist von verschiedener Art. Wenn die zu destillirenden Materien die Metalle nicht angreifen, und blos die Siedhitze des Wassers erfordern, so bedient man sich der gewöhnlichen kupfernen Brennzeuge, dergleichen die gemeinen Brantweinblasen sind. Diese bestehen aus den Kolben oder Blasen, dem Helme und dem Kühlgefäße. Der Kolben dient entweder die Materien, die man der Destillation unterwerfen will, oder Wasser zu enthalten, in welches ein zweyter Kolben gesetzt wird, der die Materien enthält, die man im Wasserbade, d. i. durch die Hitze des Wassers, destilliren will. Die Kolben werden jetzt flächer und weiter als ehedem gemacht, um der darinn enthaltnen Materie mehr Oberfläche zu geben, welches die Verdampfung befördert. Der Helm hat die Gestalt eines holen Kegels mit einem Halse, mit welchem er auf den Hals der Blase genau passend aufgesetzt wird. Inwendig geht um seinen untern Theil eine Rinne rund herum. Er öfnet sich in eine 15 — 18 Zoll lange unter einem Winkel von 60° angesetzte Röhre, welche aus dieser Rinne herausgeht, und durch welche die wieder verdichteten und in Tropfen zusammengeflossnen Dämpfe in die Vorlage (excipulum) geleitet werden. Das Kühlgefäß (refrigeratorium) endlich ist ein den ganzen Helm umringendes Gefäß, welches mit kaltem Wasser angefüllt wird, und mit einem Hahne versehen ist, durch welchen man das Wasser, wenn es heiß wird, ablassen kan. Dieses den Helm umgebende Kühlgefäß ist jedoch

von den neuern Chymisten verworfen, und mit einem andern, welches die abführende Röhre umgiebt, vertauscht worden. Man hat nemlich bemerkt, daß die Destillation langsam oder gar nicht von statten geht, wenn in dem Helme ein zu starker Grad der Kälte herrscht. Fontana (Journal de physique 1779. Janv. p. 22.) zeigt durch zahlreiche und sehr weit getriebne Versuche, daß unter den Umständen, die auf den ersten Blick die günstigsten scheinen sollten, wenn nemlich bey einem langen, engen und wohlverschloßnen Halse die Blase aufs stärkste erhitzt und der Helm oder auch die Vorlage aufs stärkste erkältet ist, gar keine Destillation erfolge. Man pflegt daher das Kühlgefäß erst an die abführende Röhre zu legen, die man, um ihr mehr Länge zu geben, schraubenförmig umwindet, mit einem Gefäße, das kaltes Wasser enthält, umringet, und an ihr Ende die Vorlage anbringt, in welcher die destillirte Flüßigkeit gesammlet werden soll. So werden die entstandnen Dämpfe mehr nach und nach abgekühlt, und vollkommner verdichtet, als durch die starke Erkältung des Helmes selbst, welche einen bleibenden Druck der eingeschloßnen elastischen Materie gegen die Oberfläche der Materie im Kolben verursachet, und durch diesen Druck der Verdampfung hinderlich ist. Man nennt diese Destillation die **aufwärts gehende** (Destillatio per adscensum), und bedient sich derselben, um die wesentlichen Oele, die sogenannten Spiritus rectores, den Weingeist ꝛc. abzuziehen. Bey Materien, welche die Metalle angreifen, muß man sich gläserner Brennzeuge bedienen.

Wenn die flüchtigen Theile zusammengesetzter Substanzen nur bey einem hohen die Siedhitze des Wassers weit übertreffenden Grade der Wärme übergehen, so muß man sich der **Retorten** bedienen. Diese sind Gefäße in Gestalt der Flaschen mit einem langen und so herab gekrümmten Halse, daß derselbe mit der Axe des Bauchs ohngefähr einen Winkel von 60° macht. Man bereitet sie aus Glas, aus Thon oder Steinzeug, und aus Eisen, nach Beschaffenheit der zu destillirenden Materien und der Stärke des Feuers. Statt der eisernen haben schon Hales,

und nach ihm mehrere Physiker, bisweilen gekrümmte Flintenläufe gebraucht. Die Retorten lassen sich sowohl im Sandbade als im freyen Feuer bequem gebrauchen, und in dem Reverberirofen so setzen, daß die darinn enthaltene Materie von allen Seiten her erhitzt werden kan. Da die Dämpfe aus der Retorte sogleich durch die Seitenröhre abgehen, so wird diese Art der Destillation die seitwärts gehende oder schräge (Destillatio ad latus s. obliqua) genannt.

Die bey der Destillation aufsteigenden elastischen Materien sind, wie schon bey dem Worte: Dämpfe, angezeigt ist, entweder Dämpfe oder Luftgattungen. Die Dämpfe verdichten sich durch die Abkühlung wieder, und erscheinen alsdann entweder in flüßiger, oder in fester Gestalt. In der letztern heißen sie Blumen, und die Operation bekömmt den Namen der Sublimation. Beydes aber, Destillation und Sublimation, ist nichts anders, als Abdampfung in verschloßnen Gefäßen, wobey die durchs Feuer abgetriebnen flüchtigen Bestandtheile nicht davongehen, sondern aufgesammlet werden. s. Abdampfen.

Beym Abdampfen an freyer Luft wird der aufsteigende Dampf sogleich von der Luft aufgelöset, so daß die abzurauchende Materie von seinem Drucke nichts mehr leidet, sondern blos das Gewicht der Atmosphäre zu tragen hat. Bey der Destillation hingegen bleibt das verschlossene Brennzeug stets mit einer gewissen Menge eingeschlossener Dämpfe erfüllt, deren heftiger Druck besonders bey sehr verstärktem Feuer dem fernern Aufsteigen der Dämpfe und also dem Fortgange der Destillation ungemein hinderlich ist. Hales hat daher schon den Vorschlag gethan, zu Beschleunigung der Destillationen im Kolben einen Luftzug vermittelst eines Ventilators anzubringen. Dies kürzt allerdings die Operation ab, allein da die Luft, welche beständig neu hinzukömmt, von Zeit zu Zeit einen Theil der Dämpfe auflösen muß, so bringt es eine neue Verwicklung in die Sache, und macht die Destillation unvollkommner.

Man hat daher lieber, als eine allgemeine Regel, annehmen wollen, daß man bey Destillationen nie einen höhern, als den unentbehrlich nöthigen Grad der Hitze anwenden müsse, ohne sich an die daraus entstehende Langsamkeit zu kehren. Ueberhaupt ist die Zersetzung der Körper desto vollkommner, je langsamer die Destillation geschieht, besonders, wenn ihre chymischen Bestandtheile ziemlich gleiche Grade der Flüchtigkeit haben. Wenn man z. B. bey festen ölichten Materien die Säure und das Oel, woraus sie bestehen, von einander scheiden will, so werden sie, wenn die Destillation stark getrieben wird, zugleich und mit einander verbunden übergehen. Auch vermeidet man bey dieser Langsamkeit der Destillation leichter das Zerspringen der Gefäße, welchem die gläsernen und irdenen oft ausgesezt sind, wenn sie zu schnell und stark erhitzt werden, und die Dämpfe zu geschwind und häufig aufsteigen. Vorzüglich verursachen die aufsteigenden Luftgattungen, und die Dämpfe, welche sich schwer verdichten, das Zerspringen der Gefäße, daher man gewöhnlich in den Vorlagen, oder Gefäßen, in welchen das Uebergetriebne aufgesammlet wird, ein kleines Loch anbringt, welches im Nothfalle geöfnet werden kan, um dem allzuhäufigen eingeschloßnen Dampfe einen Ausgang zu verschaffen.

**Macquer chym. Wörterbuch, Art. Destillation, Brennzeug, Retorte.**

**Diamant, Demant,** Adamas, *Diamant.* Der härteste, schönste und durchsichtigste unter allen Edelsteinen, der, wenn er ohne Fehler ist, dem reinsten Krystalle gleicht, und dem die härteste Feile nichts abgewinnen kan. Die am meisten geschätzten Diamanten kommen aus den Königreichen Visapur und Golconda in Ostindien. Auch findet man sie sehr häufig in Brasilien und an andern Orten. Sie sind von Natur krystallisirt, und die gewöhnlichste Gestalt dieser Krystallisation ist ein Octaeder, aber vielen Unregelmäßigkeiten unterworfen. Roh sind sie mit einer Rinde überzogen, deren Aeußeres nach Rome-Delisle erdigt und zerreiblich ist, das Innere aber die Farbe

und Consistenz des Spaths hat. Die meisten Diamanten sind nicht ganz weiß, sondern spielen in gelbliche, röthliche oder bläuliche Farben, welche von metallischen Beymischungen herzurühren scheinen.

Die Diamanten brechen und zerstreuen das Licht weit stärker, als andere durchsichtige Körper, daher werfen sie, vieleckigt geschliffen, so viel Feuer von allerley Farben, dessen Glanz nicht genug bewundert werden kan, und das nebst ihrer Härte wohl die vornehmste Ursache ihres hohen Werths ist. Sie sind elektrische Körper, und ziehen, wenn sie gerieben werden, leichte Substanzen an; auch phosphoresciren sie, oder leuchten im Dunkeln, wenn sie eine Zeitlang an einem hellen Orte oder im Sonnenlichte gelegen haben. Diese Eigenschaften haben sie jedoch mit einer großen Menge anderer krystallinischer durchsichtiger Körper gemein.

Diese specifische Schwere des weißen Diamants verhält sich zur Schwere des destillirten Wassers, wie 3,5212 zu 1. Farbigte sind etwas schwerer; Musschenbroek giebt einen brasilianischen gelben zu 3,666 an. Die vorangezeigte specifische Schwere fand Brisson durch hydrostatische Versuche an dem berühmten dem Könige von Frankreich gehörigen Diamant (*Diamant du Regent*), der 14 Lin. lang, $13\frac{3}{4}$ Lin. breit und $9\frac{1}{3}$ Lin. dick ist, und $529\frac{1}{18}$ Gran Markgewicht wiegt. Den grösten Diamant besitzt der König von Portugall, wiewohl einige Kenner zweifeln, daß er ächt sey.

Man hat den Diamant wegen der großen Anzahl von Eigenschaften, die er mit den harten durchsichtigen Steinen von der Art des Bergkrystalls gemein hat, lange Zeit für eine Substanz von der Art der glasachtigen Steine gehalten. Neuere Versuche haben inzwischen gelehrt, daß er unter die verbrennlichen Körper gehöre. Schon der Großherzog von Toscana Cosmus III. ließ in den Jahren 1694 und 1695 durch Averani und Targioni zu Florenz Versuche mit dem Brennspiegel anstellen, bey welchen die Zerstörbarkeit des Diamants beobachtet wurde, und sie bestätigte sich aufs neue durch Versuche, welche

der nachmahlige Kaiser Franz I. zu Wien anstellen ließ, obgleich dabey nur das Feuer der Oefen gebraucht ward. D'Arcets Versuche, nebst denen, welche nachher von Macquer, Cadet, Lavoisier und Brisson theils in Schmelzöfen, theils im Brennpunkte des Tschirnhausischen und des Trudainischen Brennglases (s. Brennglas) angestellt worden sind, haben es ganz außer Zweifel gesetzt, daß der Diamant, wenn er dem Feuer mit Zutritt der Luft ausgesetzt wird, ganz von demselben verzehrt oder zerstört werde; es scheint auch diese Zerstörung eine wahre Verbrennung zu seyn. Man findet die Geschichte dieser Versuche in Macquers Wörterbuche ausführlich erzählt. Ist hingegen der Diamant gegen den Zutritt der Luft wohl bewahrt, so bleibt er auch im stärksten und anhaltendsten Feuer unversehrt. Es zeigt sich an ihm wenig oder gar keine Spur der Schmelzbarkeit, ein geringes Aufwallen an der Oberfläche ausgenommen, wenn er in verschlossenen gläsernen Gefäßen der Hitze des Brennpunkts ausgesetzt ward. Auch fand man, daß die Luft, worinn ein Diamant ganz oder nur zu einem geringen Theile zerstört worden war, das Kalkwasser trübte. Macquer nimmt daher keinen Anstand, den Diamant unter die verbrennlichen feuerbeständigen Körper zu zählen, und ihn in dieser Rücksicht mit der Kohle zu vergleichen, welche ebenfalls ohne Zutritt der Luft vom Feuer wenig oder gar keine Veränderung leidet.

Der Diamant ward sonst mit den übrigen Edelsteinen in eine Classe gesetzt, und ihm die glasachtige oder Kieselerde zum Grundstoffe gegeben. Bergmann aber (Comment. de tubo ferruminatorio §. 8. und Anleitung zu Vorlesungen über die Chymie, Stockholm und Leipzig 1779. 8.), der an der Kieselerde Eigenschaften fand, welche der Basis des Diamants gar nicht zukommen (da sich die Kieselerde in der Flußspathsäure auflösen, auch mit dem mineralischen Alkali zu einem durchsichtigen Glase verbinden läßt, die Erde des Diamants aber nicht), hat aus diesem Grunde und wegen der Verflüchtigung des Diamants in ofnem Feuer seine Grunderde von der Kieselerde ge-

trennt, und zu dem Range einer eignen Erde unter dem Namen der Edelerde (Terra nobilis, *Terre de Diamant*) erhoben. Kirwan (Anfangsgr. der Mineralogie von Kirwan, aus dem Engl. mit Anm. von Crell, Berl. 1785. 8.) macht zu der Classe der Erden und Steine einen eignen Anhang, der den Diamant und das Reißbley begreift, weil beyde Körper im Feuer so verflüchtiget werden, daß keine feuerfeste wahre erdigte Theile zurückbleiben; daher er diese Körper nicht unverdienter Weise unter die Erden und Steine einschalten will.

*Brisson* Dict. raif. de Phyf. art. *Diamant*.

Macquers chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Diamant und Edelerde.

**Dianenbaum**, Silberbaum, Arbor Dianae, *Arbre de Diane*. Der Dianenbaum ist das Werk einer chymischen Operation, durch die man eine gewächs- oder baumförmige Zusammenfügung der Silbertheilchen erhält, welche vorher in der Salpetersäure aufgelöset waren, und durch Quecksilber daraus niedergeschlagen werden. Man hat ihm den Namen Dianenbaum wegen des Silbers beygelegt, welches die Chymisten Luna oder Diana nennen. Homberg (Mém. de Paris 1710.) giebt zur Verfertigung des Dianenbaums folgendes Verfahren an.

„Man mache ein kaltes Amalgama aus vier Quent„chen Silberfeile oder Silberblättchen, und zwey Quent„chen Quecksilber, löse dieses Amalgama in einer genug„samen Menge (etwa 4 Unzen) reinem und mäßig starken „Salpetergeist auf, verdünne die Auflösung ohngefähr mit „$1\frac{1}{2}$ Pfund destillirtem Wasser, schüttle die Mischung, und „hebe sie in einer zugestopften gläsernen Flasche auf. Wenn „man sich dieser Bereitung bedienen will, so nimmt man „eine Unze davon, gießt sie in eine Phiole, setzt einer Erbse „groß Gold- oder Silberamalgama, das so weich wie „Butter ist, dazu, und läßt das Gefäß ruhig stehen. Man „sieht fast sogleich aus dem Amalgama Fäden hervor„kommen, welche sich geschwind vergrößern, nach allen „Seiten Zweige aussenden, und die Gestalt kleiner „Sträuche annehmen."

Das Quecksilber, welches mit der Salpetersäure näher verwandt ist, als das Silber, schlägt dieses letztere aus derselben nieder; auch geschieht dieser Niederschlag in metallischer Gestalt, welches allen Metallen wiederfährt, so oft sie von den Säuren durch andere Metalle getrennt werden. Die besondere Stellung, welche die Theile des von der Salpetersäure geschiedenen Silbers auf der Oberfläche des Quecksilbers neben einander annehmen, rührt von der Anziehung oder Verwandtschaft der Theile von ähnlichen Substanzen her. Die ersten abgesonderten Silbertheile legen sich dieser Anziehung halber an die Oberfläche des Quecksilbers, und die folgenden hängen sich an die vorigen an.

Wenn der Silberbaum glücken soll, so müssen die dazu gebrauchten Materien rein seyn, damit der Niederschlag durch keine andere Materie, als durch das Quecksilber, bewirkt werde; die Silberauflösung muß stark verdünnt seyn, weil der Niederschlag sonst zu schnell und in zu großer Menge geschehen, und nicht die regelmäßige Figur annehmen würde; endlich muß die Säure, ehe sie verdünnt wird, völlig mit Silber gesättiget seyn, weil sonst der Niederschlag nicht eher erfolgen wird, als bis sich der noch freye Theil der Säure ebenfalls gesättigt hat. Mehrere Arten, den Silberbaum zu verfertigen, findet man in den Schriften der Chymiker.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Dianenbaum.

**Dicht,** Densum, *Dense.* Dieses Wort drückt einen relativen Begrif aus. Man kan eigentlich nie von einem einzelnen blos an sich betrachteten Körper sagen, er sey **dicht**; man nennt aber von zween gegen einander gehaltenen Körpern einen derselben dichter, als den andern. Derjenige nemlich heißt der **dichtere** (densius), der in einem gewissen bestimmten körperlichen Raume oder Volumen (z. B. unter der Größe eines Cubikzolls) mehr Materie, als der andere, enthält: der, welcher in eben diesem Raume weniger Materie faßt, heißt der dünnere, **lockrere** (rarius). Da z. B. ein Cubikzoll Wasser mehr

wiegt, mithin mehr Materie enthält, als ein Cubikzoll Luft, so nennt man bey dieser Vergleichung das Wasser den dichtern, die Luft den dünnern Körper. Ein Körper, der in demselben Raume doppelt so viel Materie enthält, als ein anderer, heißt doppelt so dicht, als der letztere, u. s. w. s. Dichte.

Inzwischen pflegt man doch diejenigen Körper, welche in Vergleichung mit allen oder mit den meisten übrigen bekannten sehr dicht sind, oft auch an sich dichte Körper zu nennen. So heißen Platina und Gold dichte Körper, weil ein Cubikzoll von diesen Substanzen mehr wiegt, mithin mehr Materie in sich faßt, als ein Cubikzoll von Quecksilber, Bley, Stein, Wasser und allen übrigen bekannten Substanzen. In diesem Sinne ist dicht so viel, als sehr dicht oder compact. In dem Raume, den ein solcher Körper einnimmt, muß also die Materie sehr zusammengedrängt seyn, ihre Theile müssen nahe an einander liegen, und wenig leere oder mit fremder Materie angefüllte Zwischenräume zwischen sich lassen.

Vollkommen dicht würde also ein Körper seyn, wenn die Theile seiner Materie einander vollkommen berührten, oder gar keine Zwischenräume zwischen sich übrig ließen, kurz, wenn sein Raum in jedem Punkte undurchdringlich wäre. Die Erfahrung lehret, daß es unter allen uns bekannten Körpern keinen vollkommen dichten gebe, weil selbst das Gold und die Platina, als die dichtesten Körper, die wir kennen, noch eine beträchtliche Menge von Zwischenräumen enthalten, welche machen, daß sie von fremdartigen Materien durchdrungen werden können, s. Zwischenräume der Körper.

**Dichte, Dichtigkeit,** Densitas, *Densité.* Man drückt durch dieses Wort die Vertheilung der Masse oder Materie eines Körpers durch den Raum, den er uns einzunehmen scheint, aus, so daß man dem Körper eine grössere Dichtigkeit zuschreibt, wenn er unter eben demselben Raume mehr Materie, eine geringere, wenn er unter eben dem Raume weniger Materie enthält. Man

sagt, die Dichtigkeit eines Körpers sey zweymal, dreymal rc. so groß, als die Dichtigkeit eines andern, wenn er unter eben demselben Raume zweymal, dreymal rc. so viel Materie enthält, als der andere.

Man sieht hieraus, daß das Wort Dichtigkeit einen relativen Begrif ausdrücke, d. h. daß man nicht sagen könne, wie groß die Dichtigkeit eines Körpers an und für sich sey, sondern nur, wie vielmal sie größer oder geringer, als die Dichtigkeit eines andern Körpers, sey; daß man nicht Dichtigkeiten einzelner Körper, sondern nur Verhältnisse der Dichtigkeiten verschiedener Körper zu messen und zu bestimmen vermögend sey. Die Größe der Dichtigkeit des Quecksilbers an sich läst sich durch keine bestimmte Zahl ausdrücken; es läst sich aber finden, daß sie 14mal größer als die Dichte des Wassers sey, weil ein Cubikzoll Quecksilber 14mal mehr Materie enthält, als ein Cubikzoll Wasser. Was sich also bestimmen läst, ist eigentlich das Verhältniß der Dichtigkeiten des Quecksilbers und Wassers. Dieses ist = 14: 1.

Nimmt man inzwischen die Dichtigkeit eines gewissen bekannten und stets gleich dicht bleibenden Körpers zur Einheit an, so läst sich alsdann jede andere Dichtigkeit durch die Zahl ausdrücken, welche eben so vielmal größer oder kleiner als 1 ist, so vielmal die auszudrückende Dichtigkeit selbst größer oder kleiner ist, als die zur Einheit angenommene. Weil man sich durch Erfahrungen für berechtiget hält, dem Regenwasser oder auch dem destillirten von allen fremden Beymischungen befreyten Wasser, bey gleichem Grade der Wärme, eine stets gleiche Dichte beyzulegen, so nimmt man diese gewöhnlich zur Einheit an, oder setzt sie = 1. Unter dieser Voraussetzung kan man jedes Körpers Dichte einer Zahl gleich setzen, z. B. die des Quecksilbers = 14.

Wenn ein Körper in jedem gleich großen Theile seines Raumes gleich viel Materie enthält, so heißt er ein Körper von gleichförmiger Dichtigkeit; findet das Gegentheil statt, oder enthält die eine Hälfte seines Raums mehr Materie, als die andere, das eine Viertel mehr, als

das andere u. s. w., so ist seine Dichtigkeit ungleichförmig. Eine Masse Wasser z. B., die durchaus gleich warm ist, ein Klumpen Metall rc. wird in jedem Cubikzolle seines Raums eben so viel Materie, als im andern, enthalten, und daher ein Körper von gleichförmiger Dichtigkeit seyn; ein Körper hingegen, der aus verschiednen an einander gefügten Materien zusammengesetzt ist, z. B. ein Messer, dessen Heft von Eisen, der Grif von Holz ist, enthält in der mit Eisen angefüllten Hälfte seines Raums mehr Materie, als in der mit Holz erfüllten: es ist ein Körper von ungleichförmiger Dichtigkeit. Bey Körpern der letztern Art muß eigentlich von den verschiedenen Dichtigkeiten der Theile, eine jede insbesondere bestimmt werden; betrachtet man aber den Körper so, als ob alle zu ihm gehörige Materie durch seinen ganzen Raum gleichförmig vertheilt wäre, so findet man etwas, das seine mittlere Dichtigkeit genannt wird.

Man nenne zweener gleichförmig dichten Körper Massen M, m, die Räume oder Volumina, die sie einnehmen, V, v; das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten D : d. Es ist die Frage, wie dieses Verhältniß gefunden werde, wenn die Massen und Räume gegeben sind. Hiezu führen nun folgende Sätze und Schlüsse.

I. **Wenn zween Körper einerley Raum einnehmen, so verhalten sich ihre Dichtigkeiten, wie ihre Massen.** Dies folgt aus der Bedeutung des Worts Dichtigkeit. Ein Körper heißt doppelt so dicht, wenn er in eben dem Raume doppelt so viel Masse enthält.

II. **Wenn zween Körper einerley Massen haben, so verhalten sich ihre Dichtigkeiten umgekehrt, wie die Räume, die sie einnehmen.** Es fällt nemlich in die Augen, daß eben dieselbe Masse in den dritten Theil des vorigen Raums zusammengedrängt, eine dreymal so große Dichtigkeit veranlasse.

Man denke sich nun noch einen dritten Körper, dessen Masse = M, der Raum = v sey, die Dichtigkeit aber sich zu den Dichtigkeiten der beyden ersten, wie $\delta$ : D und $\delta$ : d verhalte. So ist

für den ersten und dritten nach II. $D : \delta = v : V$
für den zweyten und dritten nach I. $\delta : d = M : m$

daher für den ersten und zweyten $D : d = Mv : mV = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$.

**d. i. die Dichten der Körper verhalten sich, wie die Quotienten der Massen durch die Volumina,** oder: Das Verhältniß der Dichtigkeiten ist aus dem directen der Massen und der verkehrten dem Räume zusammengesetzt.

Aus diesem Satze folgt auch

$$M : m = DV : d\upsilon \text{ und } V : v = \frac{M}{D} : \frac{m}{d}.$$

Die Massen der Körper werden durch ihre Gewichte bestimmt, s. Masse. Nennt man also die Gewichte der beyden vorigen Körper P, p, so kan man statt des Verhältnisses der Massen $M : m$ überall das ihr gleiche Verhältniß der Gewichte $P : p$ setzen, und erhält dadurch den Satz: **Die Dichten der Körper verhalten sich, wie die Quotienten ihrer Gewichte durch ihre Volumina.** Ist z. B. des einen Körpers Gewicht 6 Pfund, sein körperlicher Raum 4 Cubikzoll; des andern Körpers Gewicht 3 Pfund, und der Raum, den er einnimmt, 28 Cubikzoll, so werden sich beyder Körper Dichtigkeiten, wie $\frac{6}{4} : \frac{3}{28} = \frac{3}{4} : \frac{3}{28} = 14 : 1$ verhalten.

Es wird bey dem Worte: Schwere, specifische, gezeigt werden, daß sich die specifischen Schweren der Körper ebenfalls, wie die Quotienten der Gewichte durch die Volumina, verhalten. Verhältniß der Dichten ist also einerley mit Verhältniß der specifischen Schweren, und da beydes relative Begriffe sind, so heißt dies eben so viel, als: Dichte ist einerley mit specifischer Schwere selbst. Ich kan also wegen alles dessen, was noch von den Dichtigkeiten der Körper, und den praktischen Methoden, sie zu finden, zu sagen wäre, auf den Artikel: Schwere, specifische, verweisen, weil alles, was von der specifischen Schwere behauptet wird, auch von der Dichte gilt.

**Diffraction**, s. Beugung des Lichts.

**Dioptrik**, Dioptrica s. Dioptrice, *Dioptrique*. Diesen Namen führt die Lehre vom Sehen durch gebrochne Lichtstralen, oder von dem Lichte, das durch verschiedene brechende Mittel, z. B. Luft, Glas, Wasser u. dgl. geht, s. Brechung der Lichtstralen. Sie heißt sonst auch die Anaklastik, und macht einen Theil der optischen Wissenschaften aus. Es wird in der Dioptrik zuerst das Gesetz der Stralenbrechung überhaupt erkläret, woraus sich die Wege leicht bestimmen lassen, welche die Lichtstralen nehmen, wenn sie in ebnen und krummen Flächen gebrochen werden. Man leitet hieraus die Eigenschaften der Linsengläser, die Beschaffenheit der Brechung im menschlichen Auge, die Erscheinungen des Sehens durch Linsengläser und Zusammensetzungen derselben, mithin die Theorie der Fernröhre, Vergrößerungsgläser, u. s. w. ab. Zwar gehören alle Brechungen und Folgen derselben zum Gegenstande der Dioptrik; hauptsächlich aber bleibt sie doch bey der Brechung aus Luft in Glas und aus Glas in Luft stehen, und lehret Gläser so bilden und zusammensetzen, daß das menschliche Auge dadurch Hülfsmittel des Sehens erhält.

Diese Wissenschaft, durch deren Hülfe unsere Kenntnisse der Natur die beträchtlichsten Erweiterungen erhalten haben, ist gänzlich eine Erfindung der Neuern. Außer einigen der ersten und auffallendsten Erscheinungen war den Alten nichts von der Brechung des Lichts bekannt. Erst im zwölften und dreyzehnten Jahrhunderte nach C. G. erschienen die Werke des Alhazen und Vitello, welche, so unvollkommen sie auch waren, dennoch bis auf Keplers Zeiten ein classisches Ansehen behauptet haben. **Friedrich Risner** (Opticae Thesaurus, Basil. 1572. fol.) hat sie mit einem Commentar über den Alhazen herausgegeben. Die theoretischen Gründe der Dioptrik waren noch ganz unentwickelt, als um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts, wie es scheint, blos durch Versuche, und vielleicht nach Anleitung einiger Stellen des Alhazen und

Baco, die Brillen erfunden wurden. Auf diese Erfindung folgt aufs neue ein langer Stillstand bis zu den in der letztern Hälfte des sechszehnten Jahrhunderts herausgekommenen Schriften des Maurolycus (De lumine et umbra, Venet. 1575. 4.) und Porta (Magiae naturalis, Libri IV. Neap. 1558. fol.), welcher letztere der Erfinder des verfinsterten Zimmers war. Bald (hierauf im Jahre 1609) kam auch die Erfindung der Fernröhre aus Holland, und man kan sagen, daß in der Dioptrik, wie in mehreren andern Wissenschaften, einige der wichtigsten praktischen Erfindungen vor der Ausbildung der Theorie vorhergegangen sind.

Kepler, dessen Scharfsinn auch hier die Bahn gebrochen hat, war zwar schon vor Erfindung der Fernröhre mit Verbesserung der optischen Wissenschaften beschäftiget, wie seine 1604 herausgekommene Schrift (Paralipomena ad Vitellionem. Frf. 4.) beweiset; allein seine vornehmsten Entdeckungen in diesem Fache sind unstreitig erst durch diese Erfindung veranlasset worden. Er zeigt in seiner Dioptrik (Dioptrice s. demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accidunt. Aug. Vind. 1611. 4.) die Mittel, die Größe der Brechung zu untersuchen, und leitet daraus ein Gesetz derselben her, welches zwar noch nicht das wahre, aber doch für die von ihm daraus gezognen Folgerungen ohne großen Fehler zureichend ist. Er erklärt hieraus die Eigenschaften der Linsengläser, die wahre Beschaffenheit des Sehens, die Wirkungen verschiedener Zusammensetzungen von Gläsern zu Fernröhren ꝛc. sehr deutlich und richtig, und legt hiedurch die ersten festen Gründe dieser Wissenschaft, welche seitdem den Namen der Dioptrik, den er ihr beylegte, behalten hat.

Um eben diese Zeit, oder bald hernach, ward das wahre Gesetz der Stralenbrechung von Willebrord Snellius zu Leiden entdeckt, und zuerst von Descartes in seiner Dioptrik (Discours de la methode etc. plus la Dioptrique, les Meteores et la Geometrie, qui sont des essais de cette methode, à Paris 1637. 4.) öffentlich bekannt gemacht,

s. **Brechung der Lichtstralen.** Aus diesem Gesetze konnte nun alles, was sich von der Brechung sagen läßt, mit Hülfe der Geometrie und Analysis entwickelt werden. **Huygens** Dioptrik (in s. Opusc. posthum. Lugd. Bat. 1703. 4.) giebt hievon ein schönes Beyspiel, so wie **Gregory** (Elem. Catoptr. et Dioptr. Oxon. 1695. 8.). und **Barrow** (Lectiones Opticae, London 1674. 4.). Uebrigens beschäftigten sich die Optiker des vorigen Jahrhunderts unermüdet mit Verbesserungen der dioptrischen Werkzeuge, s. die Art. **Brennglas, Fernrohr, Vergrößerungsglas,** und mit neuen Erfindungen und Zusammensetzungen, dergleichen **Kircher** (Ars magna lucis et umbrae, Romae 1646. fol.), **Schott** (Magia universalis, Pars I. Optica, Frf. 1657. 4.) und **Zahn** (Oculus artificialis, Herbip. 1685. fol.) gesammlet haben.

Die nächste Epoche in der Geschichte der Dioptrik machen seit dem Jahre 1666 **Newtons** große Entdeckungen über die Zerstreuung des Lichts in Farben, welche bey jeder Brechung statt findet, s. **Farbenzerstreuung.** Durch diese gelang es ihm, über den Ursprung der Farben, im Prisma sowohl, als an den natürlichen Körpern, etwas befriedigenderes, als bisher, zu lehren, und daraus die Erscheinungen des Regenbogens, die Ursache der Abweichungen in den dioptrischen Werkzeugen, und eine Menge anderer vorher theils unbekannter, theils unerklärbarer Phänomene herzuleiten. Zugleich untersuchte er die schon von Grimaldi entdeckte Beugung der Lichtstralen genauer, und machte alle diese wichtigen Entdeckungen zuerst in den philosophischen Transactionen, und dann in seiner Optik (Opticks, or Treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light, London 1704. 4. zweyte vermehrte Ausgabe, 1718. 8. Optice, aut. *Is. Newtono,* latine reddidit *Sam. Clarke*, Londin. 1706. gr. 4. zweyte Ausg. Lauf. et Genev. 1740. gr. 4. Traité d'optique, par le Chev. *Newton,* traduit par *Coste,* Amsterd. 1720. To. II. gr. 12.) bekannt. Auch machte er sich um die Verbesserung der optischen Werkzeuge verdient, verwendete aber seine Mühe auf die Spiegelteleskope, weil er in

der irrigen Meinung stand, das die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung oder verschiedenen Brechbarkeit der Lichtstralen bey Fernröhren mit bloßen Gläsern nicht könne aufgehoben werden.

Unter die wichtigsten Erweiterungen, welche die Dioptrik im gegenwärtigen Jahrhunderte erhalten hat, gehört unstreitig Dollonds Erfindung, von welcher man den Artikel: Achromatische Fernröhre, nachsehen kan. Ueberdies haben einige der scharfsinnigsten Mathematiker mit glücklichem Erfolg die Kunstgriffe der allgemeinen Rechenkunst auf die optischen Wissenschaften überhaupt und insbesondere auf die Dioptrik angewendet. Schon Halley hatte hiezu durch seine in den philosophischen Transactionen und den Miscellaneis curiosis Vol I. bekannt gemachten Formeln zur Bestimmung der Brennweiten der Linsengläser den Anfang gemacht. Herr **Kästner** aber ist der erste, der eine vollständige Anwendung der allgemeinen Arithmetik auf die optischen Wissenschaften geliefert hat. Das Buch, worinn sie enthalten ist (Vollständiger Lehrbegrif der Optik, nach dem Englischen des Smith, mit Aenderungen und Zusätzen von Kästner, Altenburg 1755. 4.), dient dem, der es zu brauchen weiß, statt einer weitläuftigen optischen Büchersammlung. **Eulers** vortrefliche und mühsame Berechnungen über alles, was die Dioptrik und vorzüglich die Vollkommenheit der Fernröhre angeht, sind in seiner Dioptrik (Dioptrica, auctore *Leonh. Eulero*, Petrop. To. I — III. 1769 — 1771. 4 med.) gesammlet. Herr **Klügel** (Analytische Dioptrik, in zwey Theilen, Leipz. 1778. med. 4.) hat hieraus einen sehr vollständigen und deutlichen Auszug mit vielen eignen Erweiterungen und Zusätzen geliefert. Durch diese schätzbaren Arbeiten hat die Dioptrik allen den Beystand erhalten, den sie von der Mathematik erwarten konnte, und scheint nicht mehr weit von der höchsten Stufe ihrer Vollkommenheit entfernt zu seyn, die sie ganz erreichen würde, wenn die Glasarbeiter und Glasschleifer das genau auszuführen vermöchten, was ihnen die so vortreflich ausgearbeitete Theorie vorschreibt.

Auch sind die optischen Wissenschaften, und mit ihnen die Dioptrik, so glücklich gewesen, durch die Bemühungen der Herren Priestley und Klügel eine schön bearbeitete und lehrreiche Geschichte, vorzüglich ihres physikalischen Theils (Priestley Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik, übersetzt mit Anm. und Zusätzen von G. S. Klügel, Leipz. 1776. gr. 4.), zu erhalten. Verzeichnisse dioptrischer Schriften haben Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathematischen Schriften, im 4ten Theile der Anfangsgr. math. Wiss. Cap. 10.), und vollständiger Herr Scheibel (Einleitung zur mathem. Bücherkenntniß, 9tes Stück, Breslau 1777. 8.) gegeben. Beyde betreffen die optischen Schriften überhaupt, und Wolf hat das seinige mit kurzen kritischen Urtheilen begleitet.

**Dissonanzen, dissonirende Töne**, Toni dissonantes s. dissoni, Intervalla tonorum dissona, *Dissonances*. Verbindungen zweener oder mehrerer zugleich gehörter Töne, welche dem Ohre weniger angenehm oder mißfällig sind. Man zählt zu den Dissonanzen alle Intervalle, welche nicht Octaven, Quinten, Terzen, Quarten und große Sexten sind, z. B. die Secunde, oder das Intervall eines ganzen Tons, die Septime u. s. w., deren Verhältnisse (s. Consonanzen, Ton) 9:8 und 16:9 sind. Es giebt also unzählig viel Dissonanzen, unter welchen die unerträglichsten diejenigen sind, deren Schwingungszahlen nur um etwas sehr geringes von einander abweichen, wie der halbe Ton und die Diesis, deren Verhältnisse 25:24 und 128:125 sind. Daher ist es dem Ohre lästig, auf einem verstimmten Claviere statt eines Tones deren zween zu hören, die etwa um eine Diesis von einander abweichen.

Wenn man die Ursache des Wohlklangs der Consonanzen darinn suchen darf, daß ihre Verhältnisse einfacher und leichter zu übersehen sind, so ist es natürlich, den Mißton der Dissonanzen aus den zusammengesetztern und schwerer zu übersehenden Verhältnissen derselben herzuleiten. So sind die Verhältnisse für die Secunde und Sep-

time $1\frac{3}{8}:1$, $1\frac{7}{9}:1$ schwer zu übersehen, weil sie Abtheilungen der Einheit in Achtel und Neuntel voraussetzen.

**Dollondische Fernröhre** s. Achromatische Fernröhre.

**Donner, Donnerknall,** Tonitru, *Tonnerre.* Der mit dem Ausbruche des Blitzes verbundene Knall. Da es mit hinlänglicher Gewißheit entschieden ist, daß der Blitz eine elektrische Erscheinung, und von den Funken, welche bey den elektrischen Versuchen hervorbrechen, nur dem Grade nach verschieden sey, s. Blitz, so wird man hieraus leicht abnehmen, daß auch der Donner zu den elektrischen Erscheinungen gehöre, und mit dem knackenden oder schnappenden Laute zu vergleichen sey, welcher das Ausbrechen der elektrischen Funken allezeit begleitet.

Daß der Donner, als ein Schall, durch Erschütterung der Luft erregt werde, ist schon von den Alten mit Ueberzeugung eingesehen worden; nur über die Veranlassung dieser Erschütterung waren ihre Meinungen verschieden. Seneca (Quaest. natur. II. 16.) stellt sich die Gewitterwolken als große Blasen voll Luft vor, die zuweilen aufgehen und die eingeschlossene Luft herauslassen. Descartes (Meteor. cap. 7.) setzte voraus, die Wolken bestünden aus bloßen Schneetheilchen. Weil er nun auf den Alpen selbst gehört hatte, daß die großen Schneelavinen, die von den Bergen herab in die Thäler rollen, ein dem Donner ähnliches Krachen verursachen, so glaubte er, der Donner werde durch den Fall oder das Herabstürzen einer Wolke auf die andere verursacht; der Blitz aber sey die Entzündung der feuerfangenden Theilchen, welche in der Luft zwischen den fallenden Wolken schwebten, und durch das bey der Zusammenpressung entstehende Reiben entzündet würden. Andere haben den Donner für das Poltern großer in der Luft an einander stoßender Eisschichten erklärt. Noch mehr thörichte Meinungen über Blitz und Donner erzählt Schott (Physica curiosa, Herbip. 1667. 4. Lib. XI. c. 21.).

Seitdem aber die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektrischen Funken und Schlage außer Zweifel gesetzt ist, kan man den Donner für nichts anders halten, als für eine Erschütterung der Luft, die durch den Ausbruch des Blitzes und durch die auf seinem Wege vorgehenden Durchbrüche und Explosionen verursachet wird. Jeder Ausbruch eines elektrischen Funkens oder Schlages giebt einen Laut, indem die Luft, durch welche er bricht, mit Gewalt getrennt und erschüttert wird. Auch ist dieser Laut oder Knall desto stärker, je größer der Funken oder Schlag ist, und je mehr Widerstand ihm auf dem Wege, durch den er gehen muß, entgegengesetzt wird, d. i. je häufiger und stärker die Explosionen sind, die er während seines Uebergangs zum Ziele zu machen genöthiget wird. Doch dauert bey den gewöhnlichen elektrischen Versuchen dieser Schall nur einen Augenblick, und wird aufs höchste, wenn der unterbrochnen Stellen und Explosionen viele sind, einem Prasseln ähnlich, in welchem man eine sehr schnelle Succession mehrerer Laute bemerkt.

Das Geräusch des Donners hingegen hält mit einiger Dauer an, und füllt oft den Zeitraum einer halben Minute aus. Dieser Unterschied hebt aber die Gleichheit des Donners mit dem Platzen eines elektrischen Schlages keinesweges auf. An sich selbst ist der Donnerknall vielleicht öfters auch einfach. Personen, die dem Orte, wo der Donner entsteht, nahe sind, hören oft nur einen einfachen Laut, wie den Knall eines Feuergewehrs. So hörten Bouguer und de la Condamine (Voyage au Perou p. 41.) auf dem Pichincha bey einem Gewitter, das den Hagel horizontal gegen sie trieb, den Knall des Donners völlig einfach, und eben dies ist oft von Personen bemerkt worden, die sich in oder nahe bey einem vom Blitze getroffenen Gebäude befanden.

Es giebt aber vielerley Umstände, welche theils dem Knalle des Donners an sich eine Dauer geben, theils auch verursachen können, daß ein an sich einfacher Knall dennoch wie ein anhaltendes Getöse gehört wird. So können mehrere schnell auf einander folgende Blitze, oder der

Durchgang eines Blitzes durch mehrere in einer Reihe liegende Wolken, einen vervielfältigten Donner hervorbringen. Wenn der Blitz in ein Gebäude einschlägt, oder sonst einen Körper trift, wo er an verschiedenen Orten schmettern oder Sprünge machen muß, so läßt sich zwischen diesen successiven Explosionen ein geringer Zwischenraum der Zeit bemerken, und es entsteht ein rasselnder, vielleicht eine halbe Secunde anhaltender, Laut, der dem Schalle beym Zerreißen eines Papiers ähnlich ist, und sich von dem Wiederhalle in der äußern Luft sehr deutlich unterscheiden läßt. Daß dergleichen rasselnde Schläge Kennzeichen des Einschlagens sind, ist allgemein bekannt. Diese und mehr ähnliche Ursachen können dem Knalle des Donners an sich eine kleine Zeitdauer geben.

Aber auch ein einfacher Knall kan aus zwoen Ursachen als ein anhaltendes und daurendes Getöse gehört werden. Die erste dieser Ursachen ist der Wiederhall, s. Echo. Die verschiednen Flächen der Wolken und der Gegenstände auf der Erde werfen den Schall auf so mannigfaltige Art und aus so mancherley Entfernungen zurück, daß nothwendig ein merklicher Zeitraum verfließen muß, ehe die ganze hieraus entstehende Wirkung geendiget ist. Daher ist das Brüllen des Donners in gebirgigten Gegenden gemeiniglich weit anhaltender und fürchterlicher, als auf dem platten Lande. Wer die Wirkungen des Echo in gebirgigten Gegenden nur einmal gehört hat, wird nicht mehr zweiflen können, daß dieses die wahre und vornehmste Ursache von dem anhaltenden Getöse des Donners sey. Auf dem Oybin bey Zittau in der Oberlausitz (s. Leske Reise durch Sachsen S. 501). hörte ich selbst den Knall eines kleinen Mörsers durch das Echo zu einem Getöse vervielfältiget, welches den stärksten und anhaltendsten Donner nachahmte. Noch eine andere Ursache liegt darinn, das sich die Stellen, durch welche der Blitz fortgehet, und in welchen er Explosionen erreget, in verschiedenen Entfernungen von demjenigen befinden, der den Donner höret. Ist also gleich der Blitz in einem einzigen Augenblicke vorüber, so wird doch der in der nähern Stelle entstandne

Knall merklich eher gehört, als der gleichzeitige Knall in der entferntern Stelle, und so dehnt sich der ganze Donnerschlag durch den Zeitraum aus, um welchen der Schall von der nächsten Stelle im Wege des Blitzes eher zum Ohre gelangt, als von der entferntesten.

Es ist demnach keinem Zweifel unterworfen, daß der Donner von der Erschütterung der Luft durch den Blitz herrühre, und in einerley Augenblicke mit dem Blitze selbst entstehe. Man hört ihn auch mit dem Blitze zugleich, wenn man sich an dem Orte, wo er entsteht, selbst befindet. Ist aber die Gewitterwolke entfernt, so folgt der Donner, dessen Schall sich nicht so geschwind, als das Licht, fortpflanzt, erst nach einem kleinen Zeitraume dem Blitze nach. Da man die Geschwindigkeit des Schalles im Durchschnitt genommen auf 1080 pariser Fuß, oder 1240 leipziger Fuß in einer Secunde setzen kan, so läßt sich die Entfernung der Gewitterwolke auf eine sächsische Meile schätzen, wenn die Pause zwischen Blitz und Donner 25 — 26 Sec. beträgt.

Das Wetterleuchten, wovon ein eigner Artikel handeln soll, ist vom Blitze unterschieden, und nie von einem Knalle oder Donner begleitet. Es können aber oft auch entfernte Blitze noch gesehen werden, zumal bey Gelegenheit abziehender Gewitter, deren Knall man wegen der Weite und wegen des entgegengekehrten Windes nicht mehr höret. Daraus ist nicht zu schließen, daß es nicht gedonnert habe; vielmehr ist jeder eigentliche Blitz mit Donner verbunden. Dagegen kan ein Knallen in der Luft, oder etwas dem Donner ähnliches, auch aus andern Ursachen, z. B. Explosionen brennbarer Materien, Zerplatzen der Feuerkugeln u. dgl. entstehen, obschon dergleichen Erscheinungen selten und von dem eigentlichen Donner leicht zu unterscheiden sind.

**Donnerhaus**, *Maison du tonnerre.* Ein kleines zur elektrischen Geräthschaft gehöriges Modell eines Hauses, wodurch man die schädlichen Wirkungen des Wetterstrals auf ein unbeschütztes Gebäude und den Nutzen der Blitzableiter erweisen kan.

Taf. V. Fig. 89. ist A ein in Gestalt der Giebelseite eines Hauses ausgeschnittenes Bret, welches senkrecht auf dem Fußbrete B aufgerichtet ist. Auf eben diesem Fußbrete steht auch, etwa acht Zoll weit von der Grundfläche des Brets A. die senkrechte Glassäule CD. An dem Brete A befindet sich ein viereckigter Einschnitt ILMK, etwa $\frac{1}{8}$ Zoll tief, und einen Zoll breit ins Gevierte, in welchem ein viereckigtes Holz liegt, das beynahe eben dieselbe Größe hat, damit es locker in dem Einschnitte liege, und bey dem geringsten Schütteln herausfalle. An dieses viereckigte Holz ist nach der Diagonallinie der Drath LK befestiget. An dem Brete A befindet sich noch ein anderer Drath IH. von einerley Stärke mit dem vorigen, an dessen zugespitztes Ende die messingene Kugel H angeschraubt wird, so auch der Drath MN, der bey O in einen Ring umgebogen ist. Aus dem obern Ende der Glassäule CD geht ein gebogner Drath E mit einer Hülse F hervor, in welcher sich ein Drath, mit Knöpfen an beyden Enden, senkrecht verschieben läßt, dessen unterer Knopf G gerade über die Kugel H trift. Die Glassäule CD steht nicht ganz fest im Fußbrete, sondern läßt sich ganz leicht um ihre Axe drehen, wodurch man denn den Knopf G der Kugel H näher bringen oder von ihr entfernen kan, ohne den Theil EFG zu berühren. Wenn nun das viereckigte Holz LMIK (welches einen Fensterladen, oder etwas ähnliches, vorstellen kann) in dem Einschnitte so gelegt ist, daß der Drath LK in der punktirten Lage IM stehet, so ist von H bis O eine vollständige metallische Verbindung gemacht, und das Modell stellt nun ein Haus vor, das, wie gehörig, mit einem ununterbrochenen metallischen Blitzableiter versehen ist. Wird aber das Holz LMIK so eingelegt, daß der Drath nach der Richtung LK steht, so ist die metallische Leitung HO, die von der Spitze des Hauses bis an den Fußboden gehen sollte, bey IM unterbrochen, und das Modell giebt in diesem Falle ein Beyspiel eines nicht gehörig beschützten Gebäudes.

Man lege nun das Holz auf diese letztere Art ein, stelle den Knopf G etwa einen halben Zoll hoch senkrecht

Knall merklich eher gehört, als der gleichzeitige Knall in der entferntern Stelle, und so dehnt sich der ganze Donnerschlag durch den Zeitraum aus, um welchen der Schall von der nächsten Stelle im Wege des Blitzes eher zum Ohre gelangt, als von der entferntesten.

Es ist demnach keinem Zweifel unterworfen, daß der Donner von der Erschütterung der Luft durch den Blitz herrühre, und in einerley Augenblicke mit dem Blitze selbst entstehe. Man hört ihn auch mit dem Blitze zugleich, wenn man sich an dem Orte, wo er entsteht, selbst befindet. Ist aber die Gewitterwolke entfernt, so folgt der Donner, dessen Schall sich nicht so geschwind, als das Licht, fortpflanzt, erst nach einem kleinen Zeitraume dem Blitze nach. Da man die Geschwindigkeit des Schalles im Durchschnitt genommen auf 1080 pariser Fuß, oder 1240 leipziger Fuß in einer Secunde setzen kan, so läßt sich die Entfernung der Gewitterwolke auf eine sächsische Meile schätzen, wenn die Pause zwischen Blitz und Donner 25 — 26 Sec. beträgt.

Das Wetterleuchten, wovon ein eigner Artikel handeln soll, ist vom Blitze unterschieden, und nie von einem Knalle oder Donner begleitet. Es können aber oft auch entfernte Blitze noch gesehen werden, zumal bey Gelegenheit abziehender Gewitter, deren Knall man wegen der Weite und wegen des entgegengekehrten Windes nicht mehr höret. Daraus ist nicht zu schließen, daß es nicht gedonnert habe; vielmehr ist jeder eigentliche Blitz mit Donner verbunden. Dagegen kan ein Knallen in der Luft, oder etwas dem Donner ähnliches, auch aus andern Ursachen, z. B. Explosionen brennbarer Materien, Zerplatzen der Feuerkugeln u. dgl. entstehen, obschon dergleichen Erscheinungen selten und von dem eigentlichen Donner leicht zu unterscheiden sind.

**Donnerhaus**, *Maison du tonnerre.* Ein kleines zur elektrischen Geräthschaft gehöriges Modell eines Hauses, wodurch man die schädlichen Wirkungen des Wetterstrals auf ein unbeschütztes Gebäude und den Nutzen der Blitzableiter erweisen kan.

Taf. V. Fig. 89. ist A ein in Gestalt der Giebelseite eines Hauses ausgeschnittenes Bret, welches senkrecht auf dem Fußbrete B aufgerichtet ist. Auf eben diesem Fußbrete steht auch, etwa acht Zoll weit von der Grundfläche des Brets A, die senkrechte Glassäule CD. An dem Brete A befindet sich ein viereckigter Einschnitt ILMK, etwa $\frac{3}{8}$ Zoll tief, und einen Zoll breit ins Gevierte, in welchem ein viereckigtes Holz liegt, das beynahe eben dieselbe Größe hat, damit es locker in dem Einschnitte liege, und bey dem geringsten Schütteln herausfalle. An dieses viereckigte Holz ist nach der Diagonallinie der Drath LK befestiget. An dem Brete A befindet sich noch ein anderer Drath IH. von einerley Stärke mit dem vorigen, an dessen zugespitztes Ende die messingene Kugel H angeschraubt wird, so auch der Drath MN. der bey O in einen Ring umgebogen ist. Aus dem obern Ende der Glassäule CD geht ein gebogner Drath E mit einer Hülse F hervor, in welcher sich ein Drath, mit Knöpfen an beyden Enden, senkrecht verschieben läst, dessen unterer Knopf G gerade über die Kugel H trift. Die Glassäule CD steht nicht ganz fest im Fußbrete, sondern läst sich ganz leicht um ihre Axe drehen, wodurch man denn den Knopf G der Kugel H näher bringen oder von ihr entfernen kan, ohne den Theil EFG zu berühren. Wenn nun das viereckigte Holz LMIK (welches einen Fensterladen, oder etwas ähnliches, vorstellen kann) in dem Einschnitte so gelegt ist, daß der Drath LK in der punktirten Lage IM stehet, so ist von H bis O eine vollständige metallische Verbindung gemacht, und das Modell stellt nun ein Haus vor, das, wie gehörig, mit einem ununterbrochenen metallischen Blitzableiter versehen ist. Wird aber das Holz LMIK so eingelegt, daß der Drath nach der Richtung LK steht, so ist die metallische Leitung HO, die von der Spitze des Hauses bis an den Fußboden gehen sollte, bey IM unterbrochen, und das Modell giebt in diesem Falle ein Beyspiel eines nicht gehörig beschützten Gebäudes.

Man lege nun das Holz auf diese letztere Art ein, stelle den Knopf G etwa einen halben Zoll hoch senkrecht

über die Kugel H, drehe alsdann die Glassäule, und entferne dadurch den Knopf von der Kugel, verbinde den Drath EF durch eine Kette mit der innern Seite einer Verstärkungsflasche, und führe noch eine andere Kette von dem Ringe O bis an die äußere Belegung eben dieser Flasche. Nachdem nun die Flasche durch eine Elektrisirmaschine geladen worden, drehe man die Glassäule zurück, und bringe den Knopf G nach und nach der Kugel H näher. Wenn nun beyde einander nahe genug kommen, so entladet sich die Flasche, und das Holz LMIK wird aus dem Einschnitte heraus auf eine beträchtliche Weite hinweg geworfen. Nun stellt der Knopf G bey diesem Versuche eine Gewitterwolke vor, aus welcher, wenn sie dem höchsten Orte des Gebäudes nahe genug kömmt, die Elektricität in das Gebäude schlägt, und da es nicht gehörig durch ununterbrochene Leitung beschützt ist, durch diesen Schlag das Holz IM abwirft, d. h. einen Theil des Gebäudes zerschmettert.

Man wiederhole nun den Versuch mit dieser einzigen Veränderung, daß man dem Holze IM die andere Lage giebt, in welcher der Drath LK in die Richtung IM kömmt, wobey die Leitung HO nicht unterbrochen wird: so wird der Schlag nicht die geringste Wirkung auf das Holz LM thun, sondern es wird dasselbe in dem Einschnitte unbewegt bleiben; wodurch sich der Nutzen metallischer Ableitungen von gehöriger Continuität überhaupt an den Tag legt.

Endlich schraube man von dem Drathe HI die messingene Kugel H ab, so daß die Spitze des Draths blos bleibe, und wiederhole nach dieser Veränderung beyde erstangeführte Versuche: so wird das Holz IM beydemal unbewegt bleiben, auch wird man gar keinen Slag bemerken, sondern es wird die Flasche stillschweigend entladen werden. Man sieht hieraus nicht allein, wie sehr zugespitzte Blitzableiter den stumpfgeendeten vorzuziehen sind, sondern es läßt sich daraus auch schließen, daß die Spitzen schon an sich, auch ohne eine regelmäßige Ableitung einigen Schutz gewähren, und den Schlag verhüten, obgleich

andere Versuche zeigen, daß es gefährlich seyn würde, sich ohne Continuität der Leitung auf die Spitze allein zu verlassen.

Diese von Cavallo beschriebene Einrichtung des Donnerhauses ist sehr einfach, und läst sich mit geringen Abänderungen zu Nachahmung der meisten Phänomene des Blitzes gebrauchen; ich füge ihr noch eine andere von Sigaud de Lafond angegebene bey.

Die vier Wände eines kleinen hölzernen Hauses sind mit dem Fußboden durch leicht bewegliche Charniere verbunden. Sie werden lothrecht aufgerichtet, und in dieser Lage durch das aufgesetzte Dach erhalten, welches zu dem Ende einen Falz hat, in welchen die obern Kanten der Wände einpassen. Aus dem Dache geht durch einen Schorstein ein Metalldrath hervor, der sich oben in eine metallne Kugel endiget, und inwendig unter dem Dache auf einem Kupferbleche aufliegt, welches mit einer Patrone voll Schießpulver in Verbindung stehet. Diese Patrone liegt auf zwoen Säulen, deren eine von Metall ist, bis unter den Fußboden des Hauses hinabreicht, und durch eine Kette mit der äußern Belegung einer Verstärkungsflasche verbunden wird.

Wird nun die Flasche geladen, und ein mit ihrer innern Seite verbundener Knopf etwa so, wie bey Cavallo's Donnerhause, der aus dem Schorsteine hervorragenden Kugel genähert, so erfolgt eine Entladung, der Schlag dringt in das Innere des Hauses, entzündet das Pulver, und erregt dadurch eine Explosion, welche das Dach abhebt und die Wände auseinander wirft; eben so, wie der Blitz ein gewöhnliches Gebäude zerstört, wenn er an demselben keine ununterbrochne metallische Leitung findet, oder auf seinem Wege durch entzündbare ihm widerstehende Mittel brechen muß.

Will man nun das Haus gegen diese zerstörende Wirkung schützen, so setze man es aufs neue zusammen, bringe wieder eine Patrone an den vorigen Ort, hänge aber jetzt eine Kette, oder noch besser einen Drath, an das aus dem Schorsteine hervorgehende Metall, und verbinde diesen

mit der äußern Belegung der Flasche. Wenn nach dieser Vorbereitung der Versuch wiederholt wird, so trift zwar der Schlag, wie vorhin, die auf dem Schorsteine stehende Kugel, aber er wird jetzt durch den von außen angehangenen Drath auf einem kürzern und leichtern Wege zu seinem Ziele, nemlich zur äußern Seite der Flasche, geführt, ohne das Innere des Hauses zu treffen und zu beschädigen — ein deutlicher Beweis, daß Schläge, die sonst das Innere der Gebäude würden getroffen haben, durch ununterbrochne metallische Leitungen ohne Schaden zu ihrem Ziele geführet werden.

Cavallo vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, a. d. Engl. dritte Aufl. Leipz. 1785. 8. S. 210 u. f.

*Sigaud de la Fond* Dictionnaire de physique, art. *Maison du tonnerre.*

Doppelbarometer, s. den Artikel Barometer, unter dem Abschnitte: Verschiedne Einrichtungen dieses Werkzeugs.

Doppelstein, s. Krystall, isländischer.

Drache, fliegender, s. Feuerkugel.

**Drache, elektrischer,** Draco volans papyraceus, obſervationibus electricis inſerviens, *Cerf-volant electrique.* Das bekannte Spielwerk der Knaben, welche einen aus Holzspänen und Papier zubereiteten Drachen an einer Schnur halten, und vom Winde in die Höhe treiben lassen, ist nach Franklin von mehrern Naturforschern als ein Mitel gebraucht worden, einen leichten Leiter hoch in die Atmosphäre zu erheben, um die Elektricität der Luft oder der Wolken dadurch herabzubringen, und führt daher, wenn es zu dieser Absicht eingerichtet ist, den Namen des elektrischen Drachen.

Das Spielwerk des fliegenden Drachen wird schon von Daniel Schwenter (Mathematische Erquickstunden, Nürnberg 1651. 4. Th. I. S. 472.) beschrieben, der auch einen körperlichen Drachen verfertigen lehrt, und sich dabey auf einen noch ältern Schriftsteller, Jacob Wecker (in Secretis, fol. 178.), beruft. Wie der Wind einen

solchen Drachen hebe, erklärt Musschenbroek (Introductio ad phil. nat. §. 573.). Taf. V. Fig. 90. sey an den Stab AB die schlaffe Schnur DEC angebunden. Wenn nun an irgend einen Punkt derselben E noch die Schnur EM befestiget und bey M mit der Hand gehalten wird, die Fläche des Drachen aber mit der horizontalen Richtung des Windes OP einen schiefen Winkel = OPH macht, so läst sich der Stoß des Windes OP gegen den Schwerpunkt O, in die beyden Theile OH und HP zerlegen. Da der letztere Theil der Fläche AB gleichlaufend ist, und daher nicht auf ihre Bewegung wirkt, so bleibt blos der erstere Theil OH wirksam; der Drache wird nach der Richtung OH fortgetrieben; er steigt also höher, weil H höher, als O, liegt. Zugleich wird diese Wirkung noch dadurch befördert, daß man die Fläche des Drachen der Richtung des Windes nicht gerade entgegen kehret, sondern, wie den Flügel einer Windmühle, schief gegen denselben richtet, wobey die Wirkung des Windes am stärksten ist, wenn die auf der Fläche des Drachens gezognen Horizontallinien mit der Richtung des Windes einen Winkel von 54° 34′ machen. Die Schnur wird im Anfang stark angezogen, und man läuft damit dem Winde entgegen, um seinen Stoß gegen die Fläche noch mehr zu verstärken. So lassen sich dergleichen Drachen an einer langen Schnur vom Winde auf beträchtliche Höhen treiben.

Franklin kam im Jahre 1752 zuerst auf den Gedanken, einen solchen Drachen in die Wolken aufsteigen zu lassen, um die Elektricität derselben herabzuleiten, und dadurch einen directen Beweis der von ihm behaupteten Gleichheit des Blitzes und der Elektricität zu erhalten. Er wuste damals noch nicht, daß zugespitzte Stangen von mäßiger Höhe schon dazu hinreichend wären, und sahe also den Drachen als das leichteste Mittel an, sich einen Zutritt zu den höhern Gegenden des Donners zu verschaffen. Er breitete zu dem Ende ein großes seidnes Schnupftuch über zwey kreuzweis gelegte Stäbgen aus, und ließ dasselbe bey Gelegenheit des ersten aufsteigenden Gewitters an einer hänfenen Schnur in die Höhe, an deren unterstes Ende er

einen Schlüssel gebunden hatte. Schon war eine sehr viel versprechende Wolke ohne die mindeste Wirkung vorübergezogen, als er einige lockere Fäden der hänfenen Schnur gerade in die Höhe stehen, und von der Schnur so, wie von einander selbst, fliehen sah. Er brachte sogleich den Knöchel seines Fingers an den Schlüssel, und erhielt dadurch zu seinem lebhaften Vergnügen einen deutlichen elektrischen Funken. Es folgten darauf noch mehrere, und nachdem die Schnur naß geworden und also eine besserer Leiter war, sammlete sich die Elektricität in dem Schlüssel sehr häufig. Dieser im Junius 1752 angestellte Versuch war der erste, durch welchen Franklin selbst eine unmittelbare Bestätigung von der vermutheten Elektricität der Gewitterwolken erhielt.

Im folgenden Jahre kam Herr de Romas, Beysitzer des Landgerichts zu Nerac, auf eben diesen Gedanken, ohne Franklins Versuche zu kennen. Er gab zugleich dem elektrischen Drachen eine weit bequemere und zweckmäßigere Einrichtung. Er bediente sich einer mit Eisendrathe durchflochtenen hänfenen Schnur an einem papiernen Drachen, welcher 7½ Fuß Höhe, 3 Fuß Breite und 18 Quadratfuß Fläche hatte. Die hänfene Schnur war unten an eine trockne seidne Schnur befestiget, die unter einem Wetterdache vor dem Regen beschützt, und an ein mit einem Steine beschwertes Pendulum gebunden war. Dadurch ward die hänfene Schnur isolirt, und die Elektricität mehr angehäuft; das Pendulum aber konnte der Stärke des Windes nach Erfordern nachgeben. Endlich hieng er an das Ende der hänfenen Schnur eine blecherne Röhre, welche als Conductor diente, um die Funken daraus zu ziehen.

Mit dieser Geräthschaft gelang es Hrn. de Romas, aus den Wolken eine stärkere Menge Elektricität herabzubringen, als jemals sowohl vor als nach ihm durch irgend eine Veranstaltung erhalten worden ist. Als der Drache an einer 780 Fuß langen Schnur, welche mit dem Horizonte einen Winkel von beynahe 45° machte, 550 Fuß hoch gestiegen war, zog er am 7 Jun. 1753, Nachmit-

tags um ein Uhr, aus seinem Conductor Funken, deren Schall man zweyhundert Schritte weit hörte. Er fühlte auf seinem Gesicht die bekannte Empfindung der Elektricität, als ob Spinnweben über dasselbe gezogen würden, ob er gleich drey Fuß weit von der Schnur entfernt stand. Gegen den Conductor, der ohngefähr drey Fuß hoch über der Erde hieng, erhoben sich vom Boden auf drey Strohhalme, wovon der längste einen Fuß hoch war, standen aufrecht und tanzten, wie Puppen, im Kreise herum, ohne einander zu berühren. Nachdem dieses Schauspiel etwa eine Viertelstunde gedauert hatte, fieng es an zu regnen, die zunehmende Empfindung von Spinnweben und ein anhaltendes Prasseln kündigten Verstärkung der Elektricität an. Endlich ward der längste Strohhalm von dem blechernen Rohre angezogen, worauf drey Explosionen erfolgten, deren Laut von einigen mit dem Platzen einer Rackete, von andern mit dem Zerschlagen irdener Krüge gegen einen gepflasterten Boden verglichen ward. Man hörte diesen Laut bis mitten in die Stadt, und der dabey erscheinende Feuerstral war 8 Zoll lang und 5 Linien dick. Der Strohhalm, der die Explosion veranlasset hatte, ward an der Schnur des Drachen hin auf 45 — 50 Toisen weit abwechselnd angezogen und zurückgestoßen; bey jedem Anziehen erschien ein Feuerstral mit einem Knalle. Man spürte einen Phosphorusgeruch, und rings um die Schnur zeigte sich, obgleich bey hellem Tage, ein Lichtcylinder von 3 — 4 Zoll Durchmesser. In der Erde entdeckte man, gerade unter dem Conductor, ein Loch von 1 Zoll Tiefe und 1 Zoll Weite, welches durch die Explosionen war verursachet worden. Endlich warfen Hagel und Regen den Drachen herab. Im Niederfallen verwickelte sich die Schnur an einem Dache, und die Person, die sie losmachte, empfand in den Händen und durch den ganzen Körper eine so heftige Erschütterung, daß sie genöthiget ward, die Schnur sofort fahren zu lassen, welche auch noch einigen Personen, auf deren Füße sie fiel, einen erschütternden Schlag gab. Diese heftigen Wirkungen der Elektricität veranlasseten Hrn. de Romas, zu mehrerer Sicherheit bey ähnlichen

Versuchen den Excitator oder Auslader zu erfinden, s. Auslader.

Bey einem andern Versuche am 16 Aug. 1757 waren die Feuerstralen, welche aus der Schnur des Drachen gegen einen nahe dabey aufgestellten Leiter fuhren, 10 Fuß lang und 1 Zoll dick, und ihr Knall glich einem Pistolenschusse. De Romas erzählt in einem Briefe an Nollet (Mém. présentés, To. IV. p. 514.), daß er in weniger als einer Stunde Zeit auf dreyßig Feuerstralen von dieser Größe erhalten habe, viele hundert kleinere von 7 Fuß Länge und darunter ungerechnet, welche allezeit von der Schnur auf den nächsten dabeystehenden Leiter trafen.

Beccaria zu Turin hat sich bey seinen zahlreichen Versuchen über die Elektricität der Wolken ebenfalls der elektrischen Drachen bedienet. Er wand die Schnuren derselben auf einen Haspel, der auf gläsernen Pfeilern ruhete, und verband den Conductor mit der Axe des Haspels. De Romas hat nachher einen eignen elektrischen Wagen angegeben, den man von einem Orte zum andern führen, und die isolirte Schnur des Drachen darauf sicher aufwinden und nachlassen kan, ohne sie zu berühren. Brisson (Dict. raisonné de phys. art. *Charriot électrique*) beschreibt diese Maschine sehr umständlich. Sie ist aber allzusehr zusammengesetzt, um in den elektrischen Apparat allgemein aufgenommen zu werden.

Man sahe den elektrischen Drachen anfänglich blos als ein Mittel an, die Elektricität der Gewitterwolken zu untersuchen; neuerlich aber hat man ihn auch zu Beobachtungen über die tägliche Luftelektricität zu gebrauchen angefangen. Die Veranstaltung hiezu will ich nach der Angabe des Cavallo, die mir die leichteste und natürlichste scheint, beschreiben.

Man braucht dazu am besten gewöhnliche papierne Drachen, vier Schuh lang, und wenig über zween Schuh breit, die man mit Firniß überzieht, oder in gesottenem Leinöl tränkt, damit sie der Regen nicht durchnässe und zerreiße. Die seidnen und leinenen erfordern starken Wind, und sind ohne Nutzen theurer, und schwerer zu verfertigen,

als die papiernen. Größere Drachen, als die angegebnen, sind schwer zu behandeln, und diese sind schon stark genug, um eine hinreichende Länge von Schnur in der Höhe zu erhalten.

Der wesentlichste Theil der Zubereitung ist die Schnur, die ein sehr guter Leiter seyn muß. Cavallo fand nach verschiedenen mißlungenen Proben, daß man die beste Schnur erhalte, wenn man einen unächten Goldfaden (d. i. einen seidenen oder leinenen Faden, mit einem dünnen Kupferblättchen überzogen, wie sie zu unächten Stickereyen gebraucht werden) mit einem sehr dünnen Bindfaden zusammendrehet. Aechte Gold- oder Silberfäden würden noch bessere Dienste thun, wenn sie nicht wegen der nöthigen Länge der Schnur zu kostbar wären. Die Versuche, den Bindfaden selbst durch Ueberziehen mit Lampenruß, Kohlenstaub u. dgl. zu einem guten Leiter zu machen, schlugen fehl, weil sich diese Materien leicht abrieben: Einweichung des Bindfadens in Salzwasser that zwar ganz gute Dienste, war aber unbequem, weil sie beym Gebrauche selbst die Hände salzig machte. Zween Bindfaden mit einem Messingdrathe zusammengedreht hielten nicht gut, weil der Drath sich an mehreren Stellen drehte und von einander brach.

Die isolirten Knäuel, elektrischen Wagen und andere ähnliche Vorrichtungen, um sich während dem Steigen des Drachens vor der Gefahr des Schlags zu schützen, hält Cavallo für überflüßig. Er meint, außer der Zeit eines Gewitters habe es mit den Schlägen aus der Schnur keine Gefahr; bey einem Gewitter aber sey es, selbst beym Gebrauche der möglichsten Vorsicht, nicht rathsam, den Drachen steigen zu lassen, wenn man ihn nicht schon vorher in die Höhe gebracht habe. Mir scheint dies letztere gerade eben so viel zu seyn, als einen Blitzableiter aufrichten, indem das Gewitter eben über dem Hause steht. Ueberdies ist bey einem Gewitter die Elektricität schon so merklich, daß man sie durch weit leichtere und sichrere Mittel, als durch den Drachen, beobachten kan, s. Elektricitätszeiger. Ist inzwischen die Luft während des Steigens sehr

stark elektrisirt, so räth er blos an, den Haken einer Kette an die Schnur zu hängen, und das Ende derselben auf den Boden herabfallen zu lassen, sich selbst aber zu allem Ueberflusse auf einen isolirenden Stuhl zu stellen. Durch dieses Mittel wird der Elektricität der Uebergang zur Erde, als zu ihrem Ziele, durch die Kette angewiesen, der isolirte Körper hingegen verstattet ihr keinen freyen Weg.

Ist nun der Drache hoch genug gestiegen, so zieht man die Schnur durchs Fenster in ein Zimmer, bindet eine starke seidne Schnur daran, und befestiget das Ende derselben an einen schweren Tisch. Auf diesen Tisch wird ein kleiner isolirter Conductor gestellt, und durch einen Drath mit der Schnur verbunden. Man könnte auf diesen Conductor, wie gewöhnlich, ein Quadrantenelektrometer befestigen; da er aber durch das Schwanken der Schnur oft umgeworfen wird, so ist das Elektrometer vor dem Zerbrechen sicherer, wenn man es auf einem gläsernen mit Siegellak überzognen Stative so neben den Conductor stellt, daß es denselben berührt. Dieses Elektrometer zeigt nun die Stärke der in der Luft befindlichen Elektricität an.

Um ihre positive oder negative Beschaffenheit zu prüfen, kan man eine Glasröhre gebrauchen, an deren einem Ende ein Drath mit einem Knopfe eingeküttet ist. Man fasset das andere Ende an, und berührt die Schnur am Drachen mit dem Knopfe des Draths. Da die Schnur isolirt ist, so theilt sie dem Drathe ein wenig von ihrer Elektricität mit, welches schon zureicht, die Beschaffenheit derselben zu bestimmen, wenn man den Knopf des Draths an ein elektrisirtes Elektrometer bringt. Ist die Elektricität nicht stark, so kan man ihre Beschaffenheit an der Schnur selbst durch Annäherung eines elektrisirten Elektrometers untersuchen. Ist kein Elektrometer bey der Hand, so kan man aus dem Conductor eine Flasche laden, welche ihre Ladung eine Zeitlang behält, und also gelegentlich mit dem Elektrometer untersucht werden kan. Hiezu ist besonders die von Cavallo angegebene Flasche bequem, die man geladen bey sich tragen kan, s. Leidner Flasche.

Ist die Elektricität des Drachens sehr stark, so kan man etwa sechs Zoll weit von der Schnur eine mit dem Boden in Verbindung stehende Kette befestigen, welche die Elektricität, im Fall sie gefährlich werden sollte, durch einen Funken aufnehmen und in die Erde führen wird.

Mit dieser Geräthschaft hat Cavallo in den Jahren 1775 und 1776 eine Reihe von Beobachtungen über die Elektricität der Atmosphäre angestelllt, deren Resultate bey dem Worte: Luftelektricität, angeführt werden sollen. Nur ein einzigesmal, am 18 Oct. 1775, begegnete es ihm, daß beym Uebergange einer Regenwolke über den Scheitel die Elektricität, welche sich vorher schnell aus einer positiven in eine negative verändert hatte, ungewöhnlich stark ward. Er entschloß sich daher aus Besorgniß eines unangenehmen Zufalls, die Isolirung der Schnur aufzuheben, und band in dieser Absicht, da er keine Kette bey der Hand hatte, die seidne Schnur ab. Während dieser Beschäftigung, die kaum eine halbe Minute lang dauerte, bekam er zwölf bis funfzehn starke und heftig erschütternde Schläge in den Armen, der Brust und den Schenkeln. Er band nun die Schnur unmittelbar an einen Stuhl, da aber dieser nur ein schlechter Leiter war, so fieng sie an gegen den Fensterrahmen, als den nächsten leitenden Körper, Funken zu schlagen, welche man weit hörte. Diese Funken wurden immer schneller, und ihre geschwinde Folge verursachte einen Laut, der dem Rasseln eines Bratenwenders glich. Sobald die Wolke vorüber war, hörte diese starke Elektricität sogleich auf. Es ward aber weder an diesem, noch einige Tage vorher und hernach, etwas einem Gewitter ähnliches wahrgenommen.

Man sieht hieraus, daß der elektrische Drache, so ein vortrefliches Mittel zur Untersuchung der Luftelektricität er auch ist, dennoch bey starken Graden der Elektricität, und vorzüglich bey Gewittern, mit vieler Vorsicht behandlet werden müsse. Jetzt möchten wohl die seitdem erfundenen aerostatischen Maschinen, besonders kleine Aerostaten, mit brennbarer Luft gefüllt, noch bessere Dienste, als der Drache, thun. Es macht, wenn sie einmal zubereitet

sind, keine Mühe, sie zum Steigen zu bringen, selbst bey windstillem Wetter, bey welchem die Drachen gar nicht steigen. Sie sind auch bald nach den ersten aerostatischen Versuchen vom Abbe Bertholon in Montpellier, Herrn Lichtenberg in Göttingen, und andern, mit Vortheil zur Untersuchung der atmosphärischen Elektricität gebraucht worden.

Priestley Geschichte der Elektricität durch Krünitz S. 116. ingl. S. 222 u. f.

Cavallo vollst. Abhandl. der Lehre von der Elektricität, a. d. Engl. dritte Aufl. S. 273 u. f.

**Drebbelisches Thermometer, s. Thermometer.**

**Druck**, Pressio, *Pression*. Wenn ein ruhender Körper A von einer Kraft getrieben wird, sich zu bewegen, und dadurch einen andern Körper B, den er berührt, fortzutreiben oder aus seiner Stelle zu verdrängen strebt, so sagt man, der Körper A drücke gegen B. Ein Stein, der auf meiner Hand liegt, wird von der Schwere getrieben, sich zu bewegen, oder zu fallen. Ich empfinde es, daß er dadurch die Hand niederwärts zu treiben strebt; weil ich eine gewisse Kraft oder Bestrebung darauf verwenden muß, sie in ihrer Stelle zu erhalten. Man sagt daher, der Stein drücke die Hand. Liegt der Stein auf dem Tische, so wird er eben so den Tisch drücken. Denn es ist kein Grund da, zu vermuthen, daß er sich auf dem Tische liegend anders, als auf der Hand, verhalten sollte, und überdies fällt er herab, wenn der Tisch unter ihm hinweggezogen wird, eben so wie im vorigen Falle, wenn man die Hand hinwegzieht.

Druck heißt also die Wirkung eines ruhenden Körpers, der von einer Kraft zur Bewegung getrieben wird, in einen ihn berührenden Körper, der dieser Bewegung entgegensteht. Dieser letztere Körper heißt der widerstehende, das Hinderniß (obstaculum). Da auch das, was Bewegung hindert, Kraft genannt wird, so muß auch in dem widerstehenden Körper eine Kraft seyn, welche die Wirkung jener Kraft, oder die Bewegung des drückenden

Körpers hindert. Dieses ist die Kraft des Zusammenhangs der undurchdringlichen Theile des widerstehenden Körpers unter einander selbst und mit andern unbeweglichen Körpern. Ist dieser Zusammenhang zu schwach, um dem Drucke zu widerstehen, so zerbricht der widerstehende Körper, oder wird von den andern unbeweglichen losgerissen.

Die in einen ruhenden Körper wirkende Kraft bringt also, wenn sich der Körper bewegen kan, wirkliche Bewegung, wenn er aber sich zu bewegen gehindert wird, Druck gegen das Hinderniß hervor. In beyden Fällen ist doch die Kraft selbst immer dieselbe. Sie ist nemlich das, was man in der Mechanik bewegende Kraft nennt, und was durch das Product der beschleunigenden Kraft in die Masse des Körpers ausgedrückt wird, s. Kraft, bewegende, beschleunigende.

Die bekanntesten Kräfte, aus welchen Druck entstehen kan, sind:

1) Die Kräfte der menschlichen und thierischen Körper, welche mit den Händen, Füßen, der Brust und andern Theilen des Körpers nach mancherley Richtungen drücken, und andere Körper aus ihren Stellen zu verdrängen, streben können.

2) Die Schwere oder das Gewicht der Körper, welches nach einer bestimmten Richtung auf unbewegliche Unterlagen Druck hervorbringt.

3) Die Elasticität oder Federkraft fester und flüßiger Körper. So drückt eine Feder, wenn sie zwischen zween unbeweglichen Körpern zusammengezwängt ist, indem sie sich in ihre natürliche Gestalt herzustellen strebt, gegen beyde; und eingeschloßne Luft drückt, indem sie sich durch einen weitern Raum zu verbreiten sucht, gegen die Wände des Gefäßes, das sie einschließt.

4) Auch bey andern Naturerscheinungen, welche sonst mit Bewegung begleitet sind, entsteht Druck gegen das, was diese Bewegung hindert. So kan aus der magnetischen und elektrischen Anziehung u. dgl. Druck erfolgen.

Man pflegt die bewegenden Kräfte überhaupt durch die Gewichte auszumessen, die mit ihnen einen gleichen Druck hervorbringen; daher denn auch ein jeder Druck, als die Wirkung der bewegenden Kraft, einem Gewichte gleich gesetzt werden kan. So sagt man, der Druck der Luft auf eine Fläche von einem pariser Quadratschuh betrage 2240 Pfund, d. i. die Fläche werde von der Luft eben so stark gedrückt, als sie von einem Gewichte von 2240 Pfund würde gedrückt werden, wenn sie die Unterlage desselben wäre.

Da Druck aus Kraft entspringt, und in nichts anderm, als einem Bestreben nach Bewegung (sollicitatione ad motum) besteht, so kan man die Sätze, welche von der Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte und Bewegungen gelten, auch auf den Druck anwenden, und einen Druck in mehrere nach verschiedenen Richtungen zerlegen, so wie aus dem Zusammenkommen mehrerer Kräfte, die nach verschiedenen Richtungen wirken, ein Druck nach einer mittlern Richtung entstehen kan, s. Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte. Wenn die Richtung des Drucks auf der Fläche des Hindernisses lothrecht steht, so wird die ganze Wirkung des Drucks gegen das Hinderniß verwendet; ist der Druck gegen eine Fläche schief gerichtet, so läst sich die drückende Kraft in zween Theile zerlegen, deren einer lothrecht auf die Fläche, der andere mit ihr parallel gerichtet ist. Der lothrechte Theil drückt dann ganz auf die Fläche, der parallele wirkt gar nicht auf sie, wird also auch von ihr nicht gehindert, sondern erzeugt wirklich Bewegung, wenn dies nicht durch andere Ursachen gehindert wird. Die Kugel auf der schiefen Fläch AC (Taf. V. Fig. 91.) wird von der Schwere nach der Richtung ca getrieben, welche mit AC einen schiefen Winkel macht. Diese Schwere nach ca läst sich in die Kräfte cb und ba zerlegen. Der erste Theil cb bestimmt den Druck der Kugel gegen die Fläche, welcher sich also zum Gewichte der Kugel, wie cb zu ac, verhält. Der übrige Theil ba, welcher nicht in die Fläche AC wirkt, erzeugt Bewegung, und treibt die Kugel nach der Richtung ba

auf der Fläche herab; so rollt sie fort, als ob sie von einer Kraft getrieben würde, welche sich zur Schwere, wie ba zu ca, verhält.

## Fortpflanzung des Drucks.

Der Druck pflanzt sich von einem Theile des Hindernisses zum andern fort. Wer einen Stab gegen die Wand stemmt, drückt gegen das eine Ende desselben, der Druck aber wird durch den Zusammenhang der Theile fortgepflanzt, und wirkt am andern Ende mit gleicher Stärke gegen die Wand. Bey dieser Fortpflanzung des Drucks aber äussert sich zwischen festen und flüßigen Körpern ein wichtiger Unterschied.

Der feste Körper, dessen Theile so stark zusammenhängen, daß keiner davon fortgehen kan, ohne alle übrige nach parallelen Richtungen mitzunehmen, pflanzt den Druck, der auf ihn geschieht, blos nach solchen Richtungen fort, welche mit der Richtung des Druckes selbst parallel sind. Der Würfel, der eine Säule trägt, pflanzt den Druck, den er vom Gewicht dieser Säule leidet, blos nach der lothrechten Richtung auf den Boden fort. Wäre auch dieser Würfel mit Seitenwänden umschlossen, und mit einem Deckel belegt, so würden doch weder die Wände noch der Deckel irgend etwas von dem Drucke empfinden, den das Gewicht der Säule hervorbringt, weil alle Theile des Würfels blos nach lothrechten mit einander parallelen Richtungen gegen den Boden getrieben werden.

Der flüßige Körper hingegen, in welchem die Theile nur schwach zusammenhängen, und einzeln bewegt werden können, ohne daß sich darum das Ganze bewegen darf (mobilitas partium respectiva), läßt sich als eine Anhäufung vieler einzelnen unverbundenen Theile betrachten. Da alle noch in die Sinne fallende Theile flüßiger Materien als Tropfen, d. i. kugelförmig, erscheinen, so hat man wohl keinen Grund, den kleinsten oder ersten Theilen flüßiger Körper eine andere, als die Kugelgestalt, beyzulegen. Auch muß man sich diese ersten Theile, wenn man sich einmal dergleichen vorstellen will, als feste oder harte

Körper gedenken, weil bey ihnen der Begrif von Flüßigkeit, der eine fernere Theilbarkeit voraussetzt, nicht mehr statt findet. Vorausgesetzt also, daß sich eine flüßige Materie als eine Anhäufung harter Kugeln ansehen lasse, wollen wir jetzt sehen, was sich hieraus über die Fortpflanzung des Drucks in flüßigen Körpern durch bloße Speculationen folgern lasse.

Wenn die Kugel A (Taf. V. Fig. 92.) auf die Kugel B nach der Richtung ab drückt, welche durch die Mittelpunkte beyder Kugeln geht, so ist kein Zweifel, daß sich der Druck nach eben dieser Richtung fortpflanzen werde. Drückt aber A, wie bey Fig. 93., auf eine oder mehrere andere Kugeln C und D, nach der Richtung ab welche nicht mehr die Mittelpunkte von C und D trift, so steht an den Berührungspunkten der Kugeln die Richtung des Drucks nicht mehr senkrecht auf der Fläche der gedrückten Kugeln: sie muß daher in Theile zerlegt werden, von welchen nur diejenigen auf C und D wirken, die an den Berührungspunkten senkrecht auf den Kugelflächen stehen, d. h. die nach den Richtungen der Halbmesser, oder durch die Mittelpunkte der Kugeln gehen. Hieraus ist klar, daß die Kugeln C und D von A nach den schiefen Richtungen ac und ad gedrückt werden.

Man denke sich nun, wie Taf. V. Fig. 94., ein holes mit einer Menge harter Kugeln angefülltes Gefäß, und lasse auf dieselben ein Gewicht F auf eine feste Platte gestellt, drücken. Lägen diese Kugeln alle in vertikalen Reihen untereinander, wie A und B. Fig. 92., so würde sich der Druck des Gewichts F blos in vertikalen Richtungen bis auf den Boden fortpflanzen. Liegen sie aber außer dieser regelmäßigen Ordnung, so, daß sie sich in mancherley Punkten berühren, und daß die durch ihre Mittelpunkte und Berührungspunkte gezognen Linien mancherley verschiedne Lagen haben, so fällt in die Augen, daß sich der vom Gewichte F herrührende Druck nach mancherley Richtungen fortpflanzen muß. Man begreift leicht, was in einem solchen Gefäße vorgehen würde, wenn es bey fg eine Oefnung in der Seitenwand hätte. Das Gewicht F

würde niedersinken, und die an fg zunächst anliegende Kugel würde von der nebenliegenden seitwärts gedrückt, durch fg ausweichen. Verstattete die Platte, die das Gewicht trägt, freyen Raum bey c und d, so würden die daselbst liegenden Kugeln, von den unten anliegenden aufwärts gedrückt, oben austreten, und dem Gewichte zum Niedersinken Platz machen. Ist nun alles verschlossen, und geht der Deckel über das ganze Gefäß, so werden die anliegenden Kugeln, da sie sich nicht bewegen können, nicht nur gegen den Boden, sondern auch gegen die Seitenwände und den Deckel drücken. Um aber die Anzahl dieser Drückungen, ingleichen die Stärke und Richtung einer jeden zu bestimmen, müste die Anzahl der Kugeln nebst ihrer Größe und Lage gegen einander genau bekannt seyn.

Nun darf man ein mit Wasser gefülltes Gefäß unserer Voraussetzung gemäß mit dem hier betrachteten wohl vergleichen. Es läßt sich nicht annehmen, daß die Theilchen des Wassers alle in vertikalen Reihen über einander liegen; denn die geringste Bewegung würde diese Ordnung, wenn sie auch einmal statt finden könnte, augenblicklich zerstören. Diese Betrachtung lehrt uns, wenn anders die Voraussetzungen statt finden, daß der Druck auf eine eingeschloßne flüßige Masse sich durch die Theile derselben nach mancherley Richtungen fortpflanzen könne, daß dies auch sehr wahrscheinlich in der That geschehe, und durch Druck auf eingeschloßnes Wasser, wenn gleich die drückende Kraft nur niederwärts wirkt, dennoch auch Seitendruck auf die Wände des Gefäßes und aufwärts gerichteter Druck gegen dessen Deckel entstehe.

Hier aber verläßt uns auch die Theorie mit einemmale. Es ist schlechterdings unmöglich, die Anzahl, Größe und Lage der ersten Wassertheilchen anzugeben, daher auch unmöglich, die Richtungen und die Stärke der Drückungen jedes einzelnen Wassertheilchens durch die Theorie zu bestimmen. Wir sind daher genöthiget, zur Erfahrung zurückzukehren, welche in allen physikalischen Untersuchungen die einzige sichre Führerin bleibt.

Diese lehrt nun über die Fortpflanzung des Drucks durch flüßige Materien folgendes. Es sey abcd, Taf V. Fig. 95., ein mit Wasser gefüllter Cylinder, in welchen der genau passende Kolben e durch den Druck der Hand bey P hineingetrieben wird. Sind nun bey g, h, i, k, l Oefnungen, so wird das Wasser überall durch dieselben ausweichen und herausspritzen, bey h seitwärts, bey i, k und bey l, wo die Oefnung durch den Deckel selbst geht, aufwärts, obgleich der Druck bey P blos niederwärts gerichtet ist. Man sieht hieraus, daß jedes Wassertheilchen, wenn das Wasser gedrückt wird, ein Bestreben (conatum cedendi) nach allen möglichen Richtungen erhalte, weil jedes Theilchen, sobald ihm Freyheit dazu verstattet wird, wirklich ausweicht, es sey an welchem Orte und nach welcher Richtung man immer wolle.

Auf diesem Unterschiede zwischen festen und flüßigen Körpern, da jene den Druck, der auf sie geschieht, nur nach einer einzigen Richtung fortpflanzen, diese aber ihn nach allen möglichen Richtungen verbreiten, beruhet die große Abweichung der hydrostatischen Sätze von den Regeln der Statik fester Körper, welche manchen Unerfahrnen in Verwunderung setzt, und einen der ersten guten Schriftsteller über die Hydrostatik bewog, die Sätze vom Drucke flüßiger Körper unter dem Namen der **hydrostatischen Paradoxen** (*Rob. Boyle* Paradoxa hydrostatica, in ej Opp var. Genev. 1680. 4.) vorzutragen. Ich habe die obige Vergleichung flüßiger Materien mit Anhäufungen harter Kugeln blos in der Absicht angestellet, weil sie über die eigentliche Ursache dieser so auffallenden Verschiedenheit doch in der That einigen Aufschluß giebt, ob sie gleich am Ende auf eine unfruchtbare Speculation hinausläuft, und immer wieder zur Erfahrung zurückzukehren nöthiget. Sie giebt aber eben dadurch ein Beyspiel, wie wenig Bestimmtes uns in physikalischen Untersuchungen bloße Speculation ohne Erfahrung lehre, und zeigt zugleich die Ursache an, warum alle Versuche, die Grundgesetze der Hydrostatik a priori aus der Statik fester Körper herzuleiten, mißlungen sind.

Da man sich statt eines auf das Wasser im Gefäße drückenden Gewichts, wie F, Taf. V. Fig. 94., auch eine Menge darüber gegoßnes Wasser denken kan, so erhellet, daß in einem mit Wasser gefüllten Gefäße auch die obern Wassertheile auf die untern drücken. Schon hiedurch gerathen die Wassertheile, welche andere über sich tragen, in einen gewaltsamen Zustand, wenn auch weiter kein Druck eines Gewichts oder einer äußern Kraft vorhanden ist. Ist nun das Wasser im Gefäß in Ruhe, so daß sich kein Theil bewegt, so müssen die Drückungen, die jedes Wassertheilchen nach allen möglichen Richtungen leidet, nach jeden zwo entgegengesetzten Richtungen gleich seyn. Fände dies für irgend ein Theilchen nicht statt, so würde es nach derjenigen Richtung, nach welcher der Druck stärker, als nach der entgegengesetzten wäre, bewegt werden, also das Wasser nicht in Ruhe seyn. Das Theilchen M, Taf. VI. Fig. 96., wird von dem darüberstehenden und umherliegenden Wasser nach allen möglichen Richtungen, mithin auch nach den beyden entgegengesetzten Richtungen MN und Mn gedrückt. Ist das Wasser in Ruhe, so müssen beyde Drückungen gleich seyn, weil sonst das Theilchen M entweder nach N oder nach n würde bewegt werden. So fließt aus allem vorigen zusammengenommen der Satz: **Ein mit einer stillstehenden flüßigen Materie umringtes Theilchen derselben wird nach allen möglichen Richtungen, aber nach jeden zwo entgegengesetzten gleich stark, gedrückt.**

## Druck flüßiger Massen gegen die Gefäße.

Der Boden eines senkrechten prismatischen Gefäßes trägt ohne Zweifel das ganze Gewicht der über ihm im Gefäße stehenden Wassersäule. Jeder Punkt des Bodens nemlich trägt das Gewicht des ganzen über ihm stehenden Wasserfadens. Es sey die Grundfläche eines solchen Gefäßes 3 Quadratzoll, die Höhe 6 Zoll, so ist der Cubikinhalt 18 Cubikzoll, und der Boden trägt das volle Gewicht von 18 Cubikzollen Wasser, welches, den Cubikzoll zu $1\frac{1}{3}$ Loth gerechnet, einen Druck von 24 Loth giebt.

In einem unregelmäßig gebildeten Gefäße, wie FGC, Taf. VI. Fig. 97., das bis HI mit Wasser gefüllt ist, drückt das Wasser auf den Boden FG so stark, als das Gewicht der über ihm senkrecht stehenden Wassersäule FGHL drücken würde. Denn man kan sich FGC als den Schenkel einer wieder aufwärts gebognen Röhre CBA vorstellen. Wäre der andere Schenkel dieser Röhre, BA, bis DE, welches in der erweiterten Ebne III stehet, auch mit Wasser gefüllt, so würde nach dem Satze von communicirenden Röhren, s. Röhren, communicirende, alles in Ruhe seyn, und also die Ebne FG eben so stark aufwärts, als niederwärts, gedrückt werden. Man stelle sich über FG eine senkrechte prismatische Röhre FGMN statt FGC vor, und setze, sie sey gleichfalls bis an LH in der wagrechten Ebne HI mit Wasser gefüllt, so drückt das Wasser FLHG gleichfalls den Boden FG so stark niederwärts, als er von DEBGF aufwärts gedrückt wird. Demnach drückt das Wasser HIGF eben so stark auf FG, als das Wasser FLHG. Aber der Druck des letztern ist dem Gewichte der ganzen Wassersäule FLHG gleich. Mithin ist der Druck des Wassers HIGF auf den Boden FG dem Gewichte der Wassersäule gleich, welche FG zur Grundfläche und die senkrechte Höhe des Wassers über FG zur Höhe hat, wenn gleich in HIGF weit weniger Wasser enthalten ist, als diese Wassersäule enthalten würde.

Eben so stark drückt aber auch das Wasser in DEBFG gegen FG aufwärts. Daher wird auch ein aufwärts gerichteter Druck gegen einen festen Deckel durch das Gewicht einer senkrechten Wassersäule gemessen, welche die Fläche des Deckels zur Grundfläche, und die senkrechte Höhe der obern Wasserfläche DE über der Ebne des Deckels, oder EK = LF, zur Höhe hat.

So kan eine kleine Menge Wasser einen großen Druck ausüben. Es sey Taf. VI. Fig. 98. die Grundfläche BG oder AE eines Gefäßes = 200 Quadratzoll, bey C stehe eine Röhre auf demselben, deren kreisrunder Durchschnitt nur 1 Quadratzoll betrage. Das Gefäß sey voll Wasser,

und die Röhre bis I ebenfalls mit Wasser gefüllt. CI sey 40 Zoll. So wird zwar das Wasser in CI nur 40 Cubikzoll betragen, oder etwa 53⅓ Loth wiegen; es wird aber den Deckel des Gefäßes mit dem Gewichte der Wassersäule AEFH = 40 × 200 oder 8000 Cubikzoll Wasser, d. i. mit einer Kraft von 10666 Loth, d. i. 3 Centnern, aufwärts drücken, und zu heben suchen. Hier üben 53 Loth Wasser einen Druck von 3 Centnern aus, und können den Deckel AE heben, wenn er gleich mit einigen Centnern beschwert ist.

's Gravesande (Elem. phys. math. L. II. Cap. 2. Exp. 5. §. 729.) giebt unter dem Namen Follis hydrostaticus ein solches Gefäß an, dessen Seitenwände AB und EG von Leder sind, damit der feste Deckel AE gehoben werden könne, ohne daß das Wasser auslaufe. Man kan nun auf AC und CE Gewichte setzen, so hebt ein wenig bey D eingegoßnes Wasser den Deckel mit den weit schwerern Gewichten. Hierauf gründet sich auch der anatomische Heber, s. Heber, anatomischer.

Ist die gedrückte Fläche AE 200mal größer, als der Durchschnitt der engen Röhre, so übt 1 Pfund Wasser einen Druck von 200 Pfund aus. Dagegen müßte es auch 200 Lin. tief fallen, um den Deckel und die Gewichte 1 Lin. hoch zu erheben, daß also auch hier, wie in der Mechanik fester Körper, s. Hebel, das am Raume verlohren wird, was man an der Kraft gewinnt.

Was den seitwärts gehenden Druck auf die Wände der Gefäße betrift, so ist der auf AB Taf. VI. Fig. 98. gerichtete dem Gewichte der Wassersäule HNLK gleich, welche NL = AB zur Grundfläche, und HN, des mittlern Punkts der Fläche N Tiefe unter der obern Wasserfläche, zur Höhe hat. Denn es wird der Punkt A von dem Wasserfaden HA, N von HN, B von HB seitwärts gedrückt, weil man, um diesen Druck aufzuheben, in ein seitwärts angebrachtes communicirendes Rohr, eben so hoch Wasser würde stellen müssen. Man nehme nun HK = AB, setze senkrecht an H den Wasserfaden HB, der auf B drückt, an O den auf N drückenden OM = HN, an K den auf A

drückenden KC = HA, so macht die Summe aller dieser Fäden das Trapezium HKCB = HKLN = AB × HN, welches hier eine Wassersäule vorstellt, die AB zur Grundfläche und HN zur Höhe hat.

Der Druck auf krumme **Flächen** abc, Taf. VI. Fig. 99. und 100., ist dem Gewichte des in dabce enthaltenen Wassers gleich, wenn de die obere Wasserfläche ist, auf welche die Linien da und ec senkrecht gezogen werden müssen. Dies ist aus der Betrachtung der auf allen Punkten stehenden Wasserfäden klar. Eben so groß ist auch der aufwärts gerichtete Druck auf krumme Flächen, wobey de in der erweiterten Ebne der obern Wasserfläche liegt. Der horizontale Seitendruck auf eine krumme Fläche ist gleich dem Seitendrucke auf dieser Fläche Projection auf eine Verticalebne.

Versuche, welche diese Lehre vom Drucke flüßiger Massen erläutern, und Werkzeuge zu denselben, beschreiben **Wolf** (Nützl. Vers. Th. I. Cap. 3.) und **s' Gravesande** (Elem. physices math. L. II. Cap. 2.).

Karsten, Lehrbegrif der gesammten Mathematik, Th. III. Hydrostatik, II. Abschn. Vom Druck der flüßigen Massen gegen die Gefäße.

**Druckwerk, Druckpumpe, Appressionspumpe,** Antlia elevatoria vel compressoria, *Pompe foulante.* Eine Pumpe, in welcher das in den Stiefel hineingetretene Wasser durch die Gewalt des Kolbens in andere, mit dem Stiefel seitwärts, oder auch oberwärts, verbundene Röhren getrieben wird.

Wenn das mit dem Stiefel ABCD, Taf. VI. Fig. 101., verbundene Rohr ABHG, in welchem das Wasser steigen soll (das **Auffsatzrohr**, die **Steigröhre**), oben über dem Stiefel steht, so muß der Kolben durchlöchert, und mit einem Ventile a versehen seyn, welches das Wasser zwar von unten herauf, aber nicht wieder von oben herab durchläßt. Wenn solchergestalt der Kolben hinabgestoßen wird, so schließt sich das Ventil bim Boden des Stiefels, und das im Raume EFDC enthaltene Wasser

wird durch den Druck genöthiget, das Ventil a zu öfnen, und über den Kolben heraufzutreten. Wird nun dieser wieder heraufgezogen, so schließt der Druck des über ihn heraufgetretenen Wassers das Ventil a wieder zu, und er hebt beym Aufsteigen dieses Wasser in das Aufsatzrohr ABHG hinauf. Diese Einrichtung heißt in den Bergwerken, wo sie zugleich mit einem Saugwerke verbunden wird, um das Wasser durch b in den Stiefel zu ziehen, ein **hoher Satz**, welcher also ein vereinbartes **Saug- und Druckwerk** (Antlia elevatoria simul et aspiratoria) ist. Steht also der Stiefel selbst unter dem Wasser, daß also der Druck des Wassers selbst ohne Beyhülfe der Luft das Wasser durch b in den Stiefel treibt, so ist es die gemeine **Wasserpumpe** (Antlia elevatoria), wo der Kolben nicht saugt, sondern nur hebt, s. Pumpe.

Steht aber die Steigröhre seitwärts am Stiefel, wie FDHG, Taf. VI. Fig. 102., so wird an dem Stiefel ABCD, der wegen der großen Gewalt, die er auszustehen hat, gewöhnlich von Metall ist, seitwärts bey FD zugleich eine kurze Röhre mit demselben aus einem Stück gegossen, an diese eine andere aufwärts gekrümmte, die Gurgel, angeschraubt, und mit der Gurgel werden sodann die folgenden Stücke der Steigröhre ebenfalls mit Schrauben verbunden. Hiebey ist der Kolben EF massiv, und ohne Oefnung. Das Ventil a aber läst das Wasser zwar von unten herauf in die Steigröhre GH, aber nicht wieder zurück. Beym Herabstoßen des Kolbens von AB bis EF schließt sich das Ventil b im Boden, und das Wasser im Raume ABCDa wird durch den Druck genöthiget, sich das Ventil a zu öfnen, und in die Steigröhre hinaufzutreten. Diese Einrichtung (Antlia compressoria) kan ebenfalls entweder mit einem Saugwerke verbunden seyn, um das Wasser aus der Tiefe herauf durch b in den Stiefel zu ziehen, oder es kan der Stiefel selbst unter Wasser stehen, so daß bey aufgezognem Kolben das Wasser nach blos hydrostatischen Gesetzen durch b in die Höhe tritt. Jenes ist ein vereinbartes Saug- und Druckwerk; dieses die eigentlich sogenannte **Druckpumpe**, s. Pumpe.

Da hieben der Kolben nur im Herabsteigen das Wasser in der Steigröhre höher hinauspresset, im Heraufsteigen aber einen Stillstand veranlasset, so pflegt man insgemein die Kolben zweyer Druckwerke so mit einander zu verbinden, daß der eine steigt, indem der andere sinkt, also der eine in der Zeit Wasser schöpft, in welcher der andere es hinausdrückt. Es können beyde Stiefel mit einer und ebenderselben gemeinschaftlichen Steigröhre zusammenhängen, wobey nur jeder seine eigne Gurgel und Ventil haben muß. Beyde Gurgeln bilden eine sogenannte Gabel, durch die sie sich in eine gemeinschaftliche Steigröhre vereinigen. Diese Einrichtung nennt man ein **doppeltes Druckwerk**. Sie ist schon den Alten bekannt gewesen, und **Vitruv** (De architect. X. 12.) schreibt ihre Erfindung dem **Ctesibius** zu, der etwa 150 Jahr v. C. G. zu Alexandrien lebte, daher sie auch den Namen machina Ctesibiana führt.

Ausführliche Beschreibungen und Abbildungen von mancherley Druckwerken findet man beym **Belidor** (Architect. hydraul. III. Buch. 3. Cap. §. 870. u. f.) und **Leupold** (Theatrum machin. hydraul. To. I Cap. 12. S. 108. u. f. To. II. Cap. 10. S. 110. u. f.) Die Berechnungen derselben lehren außer **Belidor**, verschiedene schätzbare Abhandlungen **Eulers** (Mém. de Berlin, 1752.), und sehr vollständig Herr **Karsten** an dem zu Ende dieses Artikels angeführten Orte.

Die gröste und berühmteste Maschine, welche man je aus Druckwerken zusammengesetzt hat, ist die zu **Marly**, welche **Belidor**, **Leupold** und **Weidler** (Tr. de machinis hydraulicis, toto terrarum orbe maximis, Marliensi et Lodinensi, Viteb. 1733. 4.) beschreiben. Ludwig XIV. ließ sie erbauen, um die Springbrunnen der Gärten zu Versailles, Marly und Trianon mit Wasser aus der Seine zu versorgen. Es haben an derselben 1800 Leute 7 Jahre lang gearbeitet, 1700000 Pf. Kupfer, eben so viel Bley, 20mal so viel Eisen und 100mal so viel Holz darein verbauet, so daß die Kosten auf mehr als 8 Millionen Livres gestiegen sind. Der Baumeister war ein gewisser Ranne-

quin aus Lüttich, der dem Minister Colbert von einem Lütticher von Adel, dem de Ville, war vorgeschlagen worden, und einigermaßen unter dessen Aufsicht arbeitete, daher einige den de Ville mit Unrecht als den Erfinder genannt haben. Diese Maschine wird durch 14 unterschlächtige Wasserräder getrieben, und hebt das Wasser der Seine in einen Behälter, der 502 Fuß höher, und 3684 Fuß vom Flusse entfernt liegt. Die Strecke längst dieser Anhöhe ist in drey Absätze abgetheilt, wo am Ende des ersten und zweyten Absatzes das gehobne Wasser in Behälter ausgegossen, und vermittelst neuer Druckwerke, welche von eben denselben Rädern durch Feldgestänge getrieben werden, aufs neue gehoben wird. Unten am Flusse sind 64 Druckwerke, welche von vier dazu bestimmten Rädern getrieben werden, und das Wasser in die Behälter am Ende des ersten Absatzes ausgießen. Die übrigen 10 Räder treiben 20 Feldgestänge, von denen 7 bis in den kleinsten untern Behälter gehen, und daselbst durch 49 Druckwerke das Wasser in den kleinsten obern Behälter am Ende des zweyten Absatzes pressen. Die übrigen 13 Feldgestänge gehen durch den größern untern Behälter bis an den größern obern fort, treiben unten 40 Druckwerke, die das Wasser in den größern obern Behälter bringen, und oben noch 82, die es vollends auf den Boden des Wasserthurms erheben. Man wird sich hieraus eine Vorstellung von der Größe und Weitläuftigkeit dieser Maschine machen können, die übrigens nach den von Daniel Bernoulli (Hydrodynamica, Sect. IX. §. 27.) und Karsten darüber angestellten Berechnungen bey weitem nicht die vollkommenste Einrichtung gehabt hat, und von der jetzt nur noch der geringste Theil gangbar ist.

Man kan bey den Druckwerken auch die Absicht haben, das Wasser nicht nur zum Steigen zu bringen, sondern dasselbe auch durch die obere Mündung des Aufsatzrohrs mit einer großen Geschwindigkeit hervordringen zu lassen, damit es noch in freyer Luft auf eine große Höhe oder Weite fortgehen möge. Dies ist die Absicht bey allen **Spritzen**, insbesondere bey den **Feuerspritzen** (*pompes*

*d'incendie*). Man braucht daher zu denselben Druckwerke, woran statt der Aufsatzröhre ein bewegliches und etwas engres Gußrohr angebracht ist. Ist ein einfaches Druckwerk dazu so eingerichtet, daß es eine einzige Person regieren kan, so heißt es eine **Handsprize**. Große Feuersprüzen sind gemeiniglich doppelte Druckwerke, deren Gurgeln oder Kropfröhren sich in ein einziges Gußrohr vereinigen. Bey diesen sprüzt zwar der andere Kolben, indem der erste aufgezogen wird, es entsteht aber doch allemal eine Pause in dem Zeitpunkte, da die Kolben zu wechseln anfangen. Daher heißen sie **Stoßsprizen**. Um diese Pause zu vermeiden, versieht man die Feuersprütze mit dem **Windkessel**, einem kupfernen luftdichten Gefäße, in welches die Gurgeln beyder Stiefel gehen, und mit dessen unterm Theile das Gußrohr verbunden ist. Das in dieses Gefäß getriebne Wasser preßt die Luft in dem obern Theile desselben zusammen, und diese drückt dann vermöge ihrer Elasticität das Wasser zum Gußrohre hinaus. Weil dieser Druck nicht gleich ganz aufhört, wenn auch ein paar Augenblicke lang kein neues Wasser in den Windkessel kömmt, so wird dadurch die Pause vermieden, die sonst beym Wechsel der Kolben entsteht. Ist das Gußrohr ganz von Metall, und nur mit Gelenken zur Richtung versehen, so heißt die Maschine eine **Giebelsprize**; besteht es aber aus einem ledernen, leinenen oder segeltuchnen Schlauche, der nur am Ende ein kleines metallnes Rohr hat, so bekömmt sie den Namen einer **Schlauch- oder Schlangensprize**. Diese Schläuche gewähren den schätzbaren Vortheil, daß man sie, wenn die Sprütze vor dem Hause steht, die Treppen hinauf, in die Zimmer, durch Fenster hinein oder heraus u. s. f. führen, und so bey entstandner Feuersbrunst das Wasser an Orte leiten kan, die für eine Giebelsprütze unzugänglich seyn würden.

Von den Feuersprützen handlen **Karsten** (am unten angeführten Orte, ingl. Ueber die vortheilhafteste Anordnung der Feuersprützen, Greifsw. 1773. 8.), **Klügel** (Von der besten Anordnung der Feuersprützen zum Gebrauche des platten Landes, Berlin 1774. 8.) und **Hesse**

(Praktische Abhandl. zur Verbesserung der Feuersprützen, Gotha 1778. 8.).

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathematik, 5ter Th. Hydraulik, 23—32 Abschnitt.

**Dünn, Locker,** Rarum, *Rare.* Ein Wort, das einen relativen Begrif ausdrückt, weil man nicht sagen kan, ein Körper an sich sey dünn oder locker, sondern nur, er sey dünner, lockerer, als ein anderer. Derjenige von zween gegen einander gehaltenen Körpern heißt der dünnere (rarius), der in einerley Raume (z. B. im Raume eines Cubikzolls) weniger Materie enthält, als der andere. So sagt man, Luft sey dünner als Wasser, weil ein Cubikzoll Luft weniger wiegt, also weniger Materie enthält, als ein Cubikzoll Wasser. Dem dünneren wird das dichtere entgegengesetzt, s. Dicht. Das gleichbedeutende Wort locker wird nur von festen Körpern gebraucht. Man sagt, der Schwamm sey lockerer, als der Stein, hingegen die Luft sey dünner, als das Wasser.

Oft heißt aber auch das dünn oder locker, was dünner oder lockerer als andere ähnliche Körper ist. So heißt die Luft ein dünnes Fluidum, der Schwamm ein lockerer Körper. In dem Raume, den ein solcher Körper einnimmt, ist wenig Materie, und viel leerer oder mit fremder Materie angefüllter Zwischenraum.

In einer ganz andern Bedeutung wird das Beywort dünn (tenuis, subtilis, *mince*) genommen, wenn es einem Körper von geringer Dicke beygelegt wird, z. B. dünnes Blech, dünnes Papier. Hier zeigt es Kleinheit des Raumes selbst an, oder vielmehr Kleinheit derjenigen Abmessung des Raumes, welche man dem Sprachgebrauche gemäß die Dicke nennt.

**Dünste,** Vapores, *Vapeurs.* Diesen Namen führen die durch Ausdünstung der Körper in den Luftkreis aufgestiegnen Wassertheile, welche bisweilen völlig aufgelöset als unsichtbare Dünste in der Luft enthalten sind, oft aber auch nicht völlig aufgelöset, oder aus derselben

wiederum niedergeschlagen werden, sichtbare Dünste, d. i. Nebel oder Wolken bilden, und endlich in Gestalt des Regens, Schnees, Hagels u. s. w. wieder auf die Erde zurückfallen.

Ich habe bereits bey dem Worte: Ausdünstung, von der großen Verschiedenheit der Meinungen über die Ursache der Ausdünstung und des Aufsteigens der Dünste im Luftkreise geredet, dabey aber auch angeführt, daß jetzt die meisten Naturforscher die Ausdünstung mit le Roi für eine wahre Auflösung des Wassers in der Luft halten. Herr de Saussüre setzt noch hinzu, es löse die Luft das Wasser nicht unmittelbar, sondern erst mit Hülfe des Feuers auf. Das Wasser nemlich werde zuerst vom Feuer aufgelöset und in elastischen Dampf verwandlet, diesen Dampf löse dann erst die Luft auf, und bilde dadurch eine Mischung, der er den Namen des aufgelösten elastischen Dampfes giebt, s. Dämpfe, und welche nichts anders ist, als eine Gattung dessen, was die Physiker sonst unsichtbare Dünste oder feuchte Luft nennen.

Es sey dem nun, wie ihm wolle, so hat wenigstens diese Auflösung des Wassers in der Luft mit andern Auflösungen das gemein, daß sie besser von statten gehet, wenn ihr das Feuer zu Hülfe kömmt; und es ist ganz unläugbar, daß die Verdampfung der Ausdünstung (d. i. des Wassers Auflösung im Feuer der in der Luft) sehr günstig sey. So sind die unsichtbaren Dünste, welche oft bey dem heitersten Himmel die Luft anfüllen, vielleicht zum Theil aufgelöste Dämpfe und zum Theil unmittelbare Wasserauflösungen, nach unzählbaren Verhältnissen vermischt. So lange diese Auflösungen vollkommen sind, stören sie die Durchsichtigkeit der Luft, wie alle vollkommne Auflösungen, nicht im geringsten. Es ist auch nicht schwer, hieraus das Aufsteigen der Dünste zu erklären. Die ganze wasserauflösende Luftmasse nemlich, die überdies noch oft durch die Winde durch einander geschüttelt wird, verbindet sich durch die Wirkungen der chymischen Anziehung oder Verwandtschaft mit Dämpfen oder Wassertheilchen bald mehr bald weniger auf eine große Höhe hinauf, so wie sich

die über Silber gegoßne Salpetersäure bis an ihre Oberfläche hinauf mit den Theilen des Silbers verbindet.

Daß die Luft durch die Vermischung mit Dünsten specifisch leichter werde, hat de Luc (Recherches sur les modif. de l' atmosph. To. II. §. 675. u. f.) durch einige Gründe zu erweisen gesucht, und zugleich geläugnet, daß man die Dünste für eine Auflösung des Wassers in der Luft anzunehmen habe. Er sieht dieselben vielmehr als eine Verbindung des Wassers mit dem Feuer an, welche blos ihrer specifischen Leichtigkeit halber in die Luft aufsteige. Das Feuer, sagt er, mag sich, auf welche Art es immer will, mit dem Wasser verbinden, es mag die Wassertheilchen wie Bläschen aufschwellen, oder sich an sie anhängen, sie trennen, und ihnen seine Bewegung mittheilen, oder es mag die Elasticität des Wassers, d. i. die zurückstoßende Kraft der Theilchen vermehren, so wird aus diesem allen leicht begreiflich, wie Mischungen von Wasser und Feuer leichter, als Luft, seyn können. Sein ganzes hierüber entworfenes System beruht nun auf folgenden vier Sätzen.

1. **Das Feuer hat mehr Verwandtschaft mit dem Wasser, als mit der Luft.** Dies zeigen viele Erscheinungen. Das Wasser löscht die Flamme darum aus, weil es sich mit dem Feuer verbindet, und mit demselben in Dämpfen davongeht. Es schützt auch die Körper vor dem Feuer, weil es dasselbe eher an sich nimmt, als es in die brennbaren Körper wirken läßt. Die Luft hingegen vermehrt des Feuers Wirkung auf brennbare Materien, weil sie wenig Verwandtschaft mit dem Feuer hat, und es also auf diese Materien zusammentreibt und in ihnen eingeschlossen hält. Im luftleeren Raume zerstreut sich das Feuer bald, weil die Luft es nicht mehr zusammenhält. Daher nimmt auch die Wärme ab, je höher man in die Atmosphäre hinaufsteigt, d. i. je dünner und reiner die Luft wird. Die untere dichtere Luft widersteht der Zerstreuung des Feuers mehr, als die obere, und die in derselben befindlichen häufigen Dünste behalten das Feuer, des sie hervorgebracht hat, eine längere Zeit in sich. Ver-

muthlich ist auch darum der Südwind wärmer, als der Nordwind, weil die Luft aus Süden mehr Dünste mit sich führt, und daher einer stärkern Erwärmung fähig ist. Eben so verbindet sich die dem Feuer so ähnliche elektrische Materie sehr leicht mit dem Wasser, da sie hingegen von der Luft zusammengehalten, und sich zu zerstreuen verhindert wird. Hieraus folgt denn, daß die in der Luft schwebenden Dünste ihr Feuer eine Zeitlang behalten müssen, ob sie gleich dasselbe zuletzt auch verlieren, d. i. erkalten müssen.

2. **Es ist in den Körpern jederzeit Feuer genug vorhanden, um Ausdünstung, selbst im strengsten Winter, hervorzubringen.** Der geringste Grad der Wärme, oder des im Wasser enthaltenen Feuers, kan Wassertheilchen abreißen, und mit sich fortführen. Nun kennen wir aber die absoluten Größen der Wärme gar nicht. Obgleich der Unterschied zwischen den Temperaturen des Sommers und Winters unsern Sinnen sehr fühlbar ist, so ist er doch vielleicht nur sehr gering in Vergleichung mit dem Abstande derselben von der absoluten Kälte, oder von der gänzlichen Abwesenheit der Wärme. Hieraus läst sich erklären, warum der Unterschied der Ausdünstung im Sommer und Winter nicht so beträchtlich ist, wenn gleich die Ausdünstung vom Feuer oder der Wärme herrührt. Vielleicht sind gewisse Ausdünstungen im Winter sogar stärker, als im Sommer, z. B. bey solchen Wassern, die die Temperatur der äußern Luft nicht annehmen, also auch im Winter warm bleiben, aus denen die Dünste in der kalten und schweren Luft leichter aufsteigen, als in der wärmern und leichtern.

3. Die Dünste selbst zeigen es, daß das Feuer ihr Vehiculum sey. Sie schlagen sich aus der Luft an den Oberflächen kalter Körper nieder, d. h. sie verdichten sich wieder, wenn das Feuer, das sie ausdehnte, in die kalten Körper übergeht. Man kühlt durch die Ausdünstung Körper ab. Die Matrosen kühlen ihr Getränk in Flaschen, die sie an das Tauwerk der Schiffe hängen und stark befeuchten. Wenn nun Ausdünstung Kälte erzeugt, so muß

wohl Feuer verwendet werden, um sie hervorzubringen. De Lüc bemerkte 1756 auf dem Saleve bey Genf eine aus der Tiefe aufsteigende Wolke, und fand, daß das Thermometer stieg, da ihn die Wolke umringte, ob sie ihm gleich die Sonne entzog. Als die Wolke vorüber war, und die Sonne wieder hervorkam, fiel das Thermometer wieder. Ueberhaupt wärmen die Nebel bey kalter Luft; ein offenbarer Beweis, daß aufsteigende Dünste mehr Feuer enthalten, als die Luft, die sie umgiebt.

4. Die Erfahrung lehrt, daß die Dünste leichter, als die Luft, sind. Wer auf dem Gipfel eines Berges steht, sieht früh gegen Sonnenaufgang aus den Seen, Flüssen und Sümpfen häufig Nebel oder sichtbare Dünste aufsteigen. Dieses Aufsteigen ist ein offenbarer Beweis ihrer specifischen Leichtigkeit. Aber Herr de Lüc scheint hier zu irren, wenn er dieses Phänomen als einen Beweis ansieht, daß die Luft das Wasser nicht als ein Menstruum auflöse, weil sonst die Dünste nicht gerade zu der Zeit aufsteigen würden, wenn die Luft am kältsten ist, und die geringste auflösende Kraft hat, auch weil er gesehen habe, daß diese Nebel beym Aufsteigen nicht das mindeste von ihrem Volumen verlieren. Dies alles ist zwar für den Fall, den er hier betrachtet, aber nicht im Allgemeinen, wahr. Wenn die Dünste in sichtbarer Gestalt aufsteigen, sind sie freylich nicht in der Luft aufgelöset; denn eben dadurch werden sie sichtbar. In diesem Zustande sind sie nichts anders, als wahre Dämpfe, wahre Auflösungen des Wassers im Feuer, welche die kalte und schon mit Feuchtigkeit gesättigte Luft nicht aufzulösen vermag. Dieß beweist aber nicht, daß die Luft überhaupt kein Auflösungsmittel des Wassers sey. Man lasse die Luft trockner und wärmer werden, und sie wird allerdings diese bisher sichtbaren Dünste auflösen und unsichtbar machen. Herr de Lüc sagt selbst (§. 703.): „Wenn die „Luft warm ist, steigen sehr selten sichtbare Dünste „auf — weil die unsichtbaren desto häufiger aufsteigen, und die sichtbaren selbst bald unsichtbar wer„den.“ Was ist diese Verschwindung der sichtbaren

Dünste, die er eine neue Verdünstung der Dünste nennt, anders, als eine Auflösung in der nun wärmer gewordenen Luft? „Wenn sich die Luft blos „durch die Wirkung der Sonne erwärmt, so zer„streuen sich die Nebel, und sie bleibt hell. Wenn es aber „durch einen Süd- oder Südwestwind geschieht, so er„heben sie sich und bilden Wolken. Dieses Steigen ist ein „Zeichen des Regens, und das Barometer fällt dabey." Die von der Sonne erwärmte Luft nemlich löset nun die Nebel auf, und ihr Hellbleiben ist eben das Zeichen einer vollkommnen Auflösung. Der Südwind hingegen führt feuchte, d. i. schon mit Wasser gesättigte Luft herbey, welche ihrer Wärme ungeachtet doch wenig oder gar keine Dämpfe mehr auflösen kan.

Den Unterschied zwischen sichtbaren und unsichtbaren Dünsten sucht Herr de Lüc (§. 707.) blos darinn, daß jene aus gröbern, diese aus feinern Wassertheilchen bestehen sollen, welche das ausgehende Feuer losgerissen habe. „Wenn die Wärme der ausdünstenden flüßigen Materie, „sagt er, weit größer ist, als die Wärme der Luft, so wer„den sichtbare Dünste entstehen, weil das mit mehr „Heftigkeit durchströmende Feuer gröbere Theilchen mit „sich nimmt: die Größe dieser Theilchen und das Feuer, „wovon sie durchdrungen sind, werden ihr Aufsteigen be„fördern, sie werden also schnell in die Luft steigen, ohne „sich mit ihr zu vermischen. Aber wenn der Unterschied der „Wärme zwischen Luft und Wasser geringer ist, oder gar „das Wasser kälter, als die Luft, wird, so wirkt das Feuer „blos durch sanfte Bewegung, und strömt nicht mehr, wie „sonst, aus: alsdann löset es nur kleine Theilchen von „dem Wasser ab, die sich inniger mit der Luft vermischen, „und ihre Durchsichtigkeit nicht mehr verhindern." Richtiger möchte wohl dieser Unterschied darinn gesetzt werden, daß die unsichtbaren Dünste wirkliche Auflösungen der Dämpfe oder des Wassers selbst in der Luft, die sichtbaren hingegen entweder noch nicht aufgelösete oder nach der Auflösung wiederum niedergeschlagne Dämpfe in blasenfömiger Gestalt sind.

Inzwischen zieht de Lüc aus dem bisher angeführten den sehr richtigen Satz, daß die sichtbaren Dünste, und um desto mehr auch die unsichtbaren, specifisch leichter als reine Luft sind, und durch ihre Vermischung mit der Luft dieselbe specifisch leichter machen. Dem Einwurfe, daß sie, wenn sie ihrer specifischen Leichtigkeit halber aufstiegen, bis in die Region steigen müsten, wo die Luft mit ihnen eine gleiche specifische Schwere hat, und daß sie also gar nichts zur Aenderung der specifischen Schwere der Luft beytragen könnten, begegnet er dadurch, daß sie durch das Reiben oder den Widerstand der Luft aufgehalten und verhindert würden, die gehörige Region zu erreichen, daher sie in einer niedrigern mit schwererer Luft angefüllten Region stehen blieben, und hier durch ihren Zutritt zwar Vermehrung der Masse und des Gewichts, aber in einem weit größern Maaße Vermehrung des Volumens, und also specifische Leichtigkeit verursachten. Die wahre Beantwortung aber ist diese: Für die unsichtbaren Dünste fällt jener Einwurf von selbst weg, sobald man sie als eine wahre Auflösung in der Luft ansieht. Sie steigen nicht blos in die mit ihnen gleich schwere Luftschicht, sondern verbreiten sich durch die ganze Luftmasse. Die sichtbaren hingegen, d. i. die Wolken, sammlen sich wirklich in den Regionen, deren Luft mit ihnen gleiche Schwere hat.

Er führt auch an, daß schon Newton (Traité d'optique, traduit par Coste, Amsterd. 1720. T. I. L. III. qu. 31.) behauptet habe, die wirkliche Luft sey schwerer, als die Dünste, und eine feuchte Atmosphäre leichter, als eine gleich große trockne. Er erklärt endlich diese specifische Leichtigkeit der mit Dünsten angefüllten Luft für die Ursache, warum das Barometer fällt, wenn sich die Luft mit Dünsten vermischt. Ich habe aber die Einwendungen, welche sich mit Grund gegen diese Erklärung machen lassen, bereits bey dem Worte: Barometerveränderungen, angeführt.

Herrn de Saussüre haben zahlreiche Versuche (Essais sur l'hygrometrie, Ess. II. §. 103. sq.) gelehrt, daß feuchte Luft allerdings etwas leichter, als reine und trockne sey. Er fand nemlich, daß die Elasticität der in eine Kugel

eingeschloßnen Luft, beym Uebergange von dem höchsten Grade der Feuchtigkeit bis zum höchsten Grade der Trockenheit, um $\frac{1}{54}$ abnahm. Wenn z. B. das Reaumürische Thermometer auf 16 Grad stand, und das Barometer sich auf 27 Zoll hielt, so änderte sich der Stand des Manometers bey diesem Uebergange um 6 Linien, welche den 54sten Theil von 27 Zollen ausmachen. Da nun ein Cubikschuh Luft unter der angegebnen Temperatur 751 Gran wiegt, und bis zur völligen Sättigung etwa 10 Gran Wasser auflösen kan, so wird er nach erfolgter Sättigung 761 Gran wiegen, und sich in einen Raum von $\frac{55}{54}$ Cubikschuh ausdehnen. Hieraus ergiebt sich, daß $\frac{1}{54}$ Cubikschuh Raum mit Luft angefüllt $\frac{751}{54} = 14$ Gran, mit Dünsten hingegen 10 Gr. wiege, und daß sich die specifischen Schweren der reinen und der mit Dünsten gesättigten Luft, wie $751 + 14 : 751 + 10$, d. i. wie $765 : 761$ verhalten, dagegen die Schweren der Dünste und der Luft selbst unter der angegebnen Temperatur, wie $10 : 14$ sind.

Herr de Saussüre glaubt sich übrigens berechtiget, die Ausdünstung mit le Roy für eine wahre chymische Auflösung des Wassers oder vielmehr der Dämpfe in der Luft zu halten, und giebt als Gründe dafür die vollkommne Durchsichtigkeit der mit Dünsten gesättigten Luft, die Verschwindung der Dünste durch zunehmende Wärme, ihre plötzliche Wiedererscheinung bey der Kälte, und ihre innige Verbindung mit der Luft bey einem so verschiednen Grade der Dichtigkeit, an. Er glaubt auch, daß die Auflösung nie vollkommen von statten gehe, wenn ihr nicht eine Bewegung der Luft zu Hülfe komme.

Jedes Auflösungsmittel kan bey einem bestimmten Grade der Wärme nur eine gewisse Menge des aufzulösenden Körpers in sich nehmen. Wenn es diese aufgelöset hat, so sagt man, es sey gesättiget, s. Sättigung, Niederschlag. Wenn nun die Vermischung der Dünste mit der Luft eine wahre Auflösung ist, so wird man auch bey ihr einen gewissen Grad der Sättigung erwarten. Nach Hrn. de Saussüre Theorie sind nun die Phänomene einer mit Dünsten gesättigten Luft, in welche noch mehr Dünste auf-

steigen, oder welcher durch Kälte u. dgl. ein Theil ihrer auflösenden Kraft entzogen wird, folgende.

Berührt eine Luftmasse, in der sich mehr Dünste aufhalten, als sie auflösen kan, eine kältere, oder nicht viel wärmere Oberfläche, so schlagen sich die überflüßigen Dünste an dieser Oberfläche nieder, nehmen, wenn die Temperatur noch über dem Eispunkte ist, die Gestalt der Tropfen oder des Thaues an, oder krystallisiren sich bey grösserer Kälte, als Nadeln und Schuppen von regelmäßiger Gestalt. Das Ausschlagen der Wände bey einfallendem Thauwetter, das Schwitzen und Gefrieren der Fensterscheiben, der Reif ꝛc. sind hievon augenscheinliche Beyspiele.

Ist aber in einer solchen Luftmasse keine dergleichen berührende Oberfläche vorhanden, so vereinigen sich die überflüßigen Dünste entweder zu kleinen Tropfen, oder zu kleinen gefrornen Nadeln, oder endlich zu holen Bläschen. Die Tröpfchen und Nadeln, als die ersten Anlagen zu Regen und Schnee, sind eigentlich nicht mehr Dünste, sondern ein wahrer Niederschlag in Form des Wassers; da sie aber dehmohnerachtet ihrer Feinheit halber oft noch lange Zeit in der Luft schweben, so giebt ihnen de Saussüre den Namen der concreten Dünste (*vapeur concrete*). Sie brechen die Lichtstralen, und ihre Entstehung ist daher die Ursache der Höfe, und anderer Meteore, welche Regen ankündigen.

Die in Gestalt der Bläschen in der Luft schwebenden Dünste (*vapeur vesiculaire*) sind von den Physikern, wie ich bey dem Worte: **Ausdünstung**, angeführt habe, anfänglich, zur Erklärung des Aufsteigens der Dünste in der Luft, blos angenommen worden, ohne daß man Erfahrungen über ihr wirkliches Daseyn anzuführen gewußt hätte. Einige füllten sie mit erwärmter und durchs Feuer ausgedehnter Luft, andere mit dem Feuer selbst, noch andere mit elektrischer Materie an. **Desaguliers** (Course of exper. philos. To. II. Lect. 10.) läugnet ihr Daseyn, weil man keine Erfahrungen darüber anführen könne; auch **Musschenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1471.) ist der Vorstellung von Dunstbläschen abgeneigt,

und will lieber das Aufsteigen aus der durch die Elektricität entstehenden Repulsion der Wassertheile herleiten.

Man weiß aber jetzt mit Zuverläßigkeit, daß die Dunstbläschen vorhanden sind, und de Saussüre giebt, um sie zu beobachten, folgende Anweisung. Man setze heißen Caffee, oder heißes mit Dinte vermischtes Wasser an einem Orte, wo die Luft ruhig ist, an die Sonne oder an das helle Taglicht, so wird man einen Dampf aufsteigen sehen, der eine gewisse Höhe erreicht, und dann verschwindet. Man unterscheidet leicht in diesem Dampfe kleine weiße und von einander getrennte Kügelchen. Ein Vergrößerungsglas von 1 — $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite zeigt, daß diese Kügelchen von verschiedenen Größen sind, daß die kleinern sehr schnell aufsteigen, die gröbern hingegen auf den Liquor zurückfallen, und ohne sich mit ihm zu vermischen, so leicht auf seiner Oberfläche schweben, daß man sie durch den Hauch von einer Seite zur andern treiben kan. Oft werden sie durch die geringste Bewegung der Luft losgerissen, und zum Aufsteigen gebracht; bisweilen vermischen sich auch einige wieder mit dem Liquor. Sie sind übrigens holen Kugeln, wie Seifenblasen, so ähnlich, und unterscheiden sich so sehr von soliden Kugeln, daß man sie nur sehen darf, um sie sogleich für Bläschen zu erkennen.

Herr de Saussüre bediente sich zu bequemerer Beobachtung dieser Dampfbläschen einer Art von Aeolipile mit zwo Kugeln, Taf. VI. Fig. 103., oder einer bey A verschlossenen, bey D ofnen Glasröhre mit den Kugeln B und C. Er brachte einige Tropfen Wasser in die Kugel B, und erhitzte dieselbe über einer Weingeistlampe. So lange die Kugel C kalt blieb, verdichteten sich die aus B übergehenden Dämpfe in C in Gestalt einer Wolke von lauter Bläschen. Ward aber endlich C selbst erhitzt so sahe man weder Wolke noch Bläschen mehr, C blieb vollkommen durchsichtig, und die Dämpfe strömten durch D, wie aus einer einfachen Aeolipile. Nahm man die Röhre vom Feuer hinweg, und erkältete C mit frischem Wasser, so erschien der blasenförmige Dunst sogleich wieder; man konnte nun die Kugel auf die Unterlage eines Vergröße-

kungsglases bringen, und die schnelle Bewegung der Bläschen bequem beobachten.

Kratzenstein (Abhdl. vom Aufsteigen der Dünste und Dämpfe, Halle 1744. 8.), welcher alle Arten der Dünste auf solche Bläschen zu bringen sucht, hat den Durchmesser derselben mit der Dicke eines Haares verglichen, und auf $\frac{1}{1000}$ eines Zolles gesetzt; de Saussure stimmt damit ziemlich überein, indem er den Durchmesser der kleinsten auf $\frac{1}{2500}$, der grösten auf $\frac{1}{2780}$ des pariser Zolles setzt. Was die Dicke des sie umkleidenden Wasserhäutchens betrift, so nimmt Kratzenstein an, die blasenförmigen Dünste zeigten im verfinsterten Zimmer, durch einen Sonnenstral erleuchtet, so lang einerley Farbe, als ihr Wasserhäutchen einerley Dicke behielte; sie änderten aber die Farbe, sobald die Luft oder das in ihnen enthaltne elastische Fluidum die Dicke dieses Häutchens änderte. Da nun Newton durch Versuche mit Seifenblasen die Dicke des Wasserhäutchens bestimmt hat, welche zu Hervorbringung jeder Reihe von Farben nöthig ist, so wendet Hr. K. diese Bestimmungen auf die Farben des durch solche Dunstbläschen gehenden Sonnenlichts an, und schließt daraus, die Dicke des Wasserhäutchens der Dunstbläschen im natürlichen Zustande der Luft sey $\frac{1}{50000}$ eines engl. Zolls.

Wenn man in der beym Worte: Blasen, angegebnen Formel

$$x = \frac{n-\nu}{6\,(m-\nu)} \,.\, D$$

$x = \frac{1}{50000}$; $m = 800$; $n = 1$; $\nu = 0$ setzt, so erhält man $D = \frac{4800}{50000}$, d. i. beynahe $\frac{1}{10}$ engl. Zoll. Dies heißt, wenn auch der in den Dunstbläschen eingeschloßne Raum völlig leer wäre (weil die specifische Schwere der in ihm enthaltnen Materie, oder $\nu. = 0$ gesetzt wird), so müste bey $\frac{1}{10000}$ Zoll Dicke des Wasserhäutchens, ein Bläschen, das gerade in der Luft schweben sollte, wenigstens $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser haben. Hätte es einen kleinern Durchmesser, so würde es zu Boden sinken, oder specifisch schwerer, als die Luft, seyn. Da nun Herr Kr. den Durchmesser der

Bläschen $\frac{1}{1800}$ par. Zoll, und also weit kleiner, als $\frac{1}{10}$ engl. Zoll gefunden hat, so schließt er hieraus, daß die Bläschen weit schwerer, als die Luft, seyen, und daß also die Ursache ihres Aufsteigens nicht in ihrer Leichtigkeit liegen könne. Er nimmt daher, um ihr Aufsteigen zu erklären, seine Zuflucht theils zur Zähigkeit und dem Aufsteigen der Luft selbst, theils zu einer Art von Auflösung, welche mit der chymischen nichts gemein hat, und von der man sich keinen recht deutlichen Begrif machen kan.

Herr de Saussüre hingegen entkräftet diese Schlüsse zugleich mit der Voraussetzung, auf welche sie sich gründen, durch einen Versuch, der ihm zeigte, daß in dem durch Dunstbläschen gehenden Sonnenlichte alle Farben des Prisma zugleich sichtbar sind. Da sich nun die Newtonischen Bestimmungen gänzlich auf gewisse Reihen oder Successionen von Farben beziehen, so folgt hieraus, daß die Kratzensteinische Bestimmung der Dicke des Wasserhäutchens nicht die mindeste Zuverläßigkeit habe, weil es in einem Falle, in welchem alle Farben auf einmal erscheinen, unmöglich ist, eine zuverläßige Vergleichung mit den Newtonischen Successionen der Farben anzustellen. Es erhellet vielmehr hieraus, daß jedes Bläschen eine andere Dicke seines Wasserhäutchens habe, und vielleicht sind diese Bläschen selbst, wie die Seifenblasen, am obern Theile dünner, als am untern, und zeigen die Farben nur am untern dickern Theile, daher sich aus ihren Farben gar nicht auf die Dicke des Wasserhäutchens schließen läßt.

Die Nebel und Wolken sind nichts anders, als Anhäufungen solcher Dunstbläschen. Wenn man sich in einem Nebel in der Pläne, oder in einer Wolke auf einem Berge befindet, und durch ein Vergrößerungsglas von $1\frac{1}{2}$ — 2 Zoll Brennweite gegen eine dunkle glatte Fläche, z. B. gegen den Boden einer Dose von Schildpatt sieht, so bemerkt man die in den Brennraum des Glases kommenden Dunstbläschen sehr deutlich. Sie gehen bisweilen schnell, bisweilen langsam vorüber, rollen über die Fläche hinweg, springen von ihr ab, oder setzen sich in Gestalt von Halbkugeln an ihr fest. Mit unter setzen sich auch kleine

Wassertröpfchen an, die aber durch ihren langsamern Gang und ihre Durchsichtigkeit leicht von den Bläschen zu unterscheiden sind. Bey genugsamen Lichte und vortheilhafter Stellung unterscheidet auch das bloße Auge in einer Wolke Theilchen, welche in der Luft schweben, und hohl seyn müssen, weil volle Kugeln von dieser Größe sich unmöglich durch die bloße Zähigkeit der Luft schwebend erhalten könnten. Diese Bläschen bilden auch keinen Regenbogen und ändern die Gestalten der Sterne nicht, von denen noch Stralen durchfallen können, weil die Lichtstralen beym Durchgange durch unendlich kleine Menisken nicht merklich gebrochen werden.

Wenn aber die Wolken aus Dunstbläschen bestehen, so ist es unläugbar, daß diese Bläschen leichter, als die äußere Luft, seyn müssen. Man sieht die Wolken oft einen Theil der Berge bedecken, wobey ihr unterer Rand so scharf abgeschnitten und mit dem Horizonte parallel ist, daß man die geringste Veränderung ihrer Höhe bemerken kan. Dies ist ein offenbares Merkmal, daß die schwersten Bläschen sich in einer Region aufhalten, in welcher die Luft mit ihnen gleich schwer ist. Diese Wolken treten höher, wenn das Barometer steigt, und sinken, wenn es fällt, vollkommen so, wie Körper, die ihrer specifischen Leichtigkeit halber in der Luft schweben.

Es scheinen aber auch diese Bläschen mit einer Atmosphäre umgeben zu seyn. Die Freyheit, mit welcher sie über die Oberfläche der Liquoren hinrollen, ohne sich mit denselben zu vermischen, zeigt, daß sie die Liquoren nicht berühren, und läßt vermuthen, daß ein leichter unsichtbarer Ueberzug diese Berührung verhindere. Woraus aber diese Atmosphäre bestehe, läßt sich nicht bestimmen. Vielleicht aus Feuer, welches aber in dieser Verbindung viele seiner Eigenschaften ablegen müßte; wenigstens ist die gewöhnliche Kälte nicht im Stande, die Bläschen zu zerstören, da man auch im strengsten Winter Wolken sieht. Daß der Regen im Winter erwärmt, scheint anzuzeigen, daß die Verwandlung der Bläschen in Wassertropfen eine gewisse Quantität Feuer frey mache, welche vielleicht vorher zu Er-

haltung der Bläschen verwendet wurde. Vielleicht ist es auch die elektrische Materie (wofür noch im folgenden einige Gründe angeführt werden), der Aether, oder irgend eine sehr feine und leichte Luftgattung. Eben das, was ihre Atmosphäre ausmacht, mag wohl auch ihre innere Hölung ausfüllen.

Auch über die Ursache der Entstehung und Bildung dieser Bläschen läst sich nichts bestimmtes sagen; sie hängt allzugenau mit der innern uns unbekannten Structur der Körper zusammen. Inzwischen zeigen die meisten Liquoren eine sehr ausgezeichnete Anlage, eine solche blasenförmige Gestalt anzunehmen, die eine Folge ihrer Zähigkeit oder der wechselseitigen Anziehung ihrer Theile und der Gestalt dieser Theile zu seyn scheint. Es ist dies eine Art von Krystallisation, die das Wasser noch im flüßigen Zustande anzunehmen fähig ist. Das Wasser scheint unter der Form solcher Bläschen sogar dem Gefrieren mehr, als sonst, zu widerstehen, weil man selbst bey der strengsten Kälte Wolken und Nebel sieht.

Wenn sich diese Bläschen zu Wasser verdichten, so vereinigen sich ihre aus dieser Verdichtung entstehenden Tröpfchen zu Thau- oder Regentropfen. Oft aber schweben auch diese Tröpfchen ihrer großen Feinheit wegen, oder wenn die Bewegung der Luft ihre Vereinigung hindert, noch eine Zeitlang in der Atmosphäre, und machen die oben gedachten concreten Dünste aus, welche das Licht stark brechen, und die Höfe und Nebensonnen veranlassen. Ist die Atmosphäre bey der Verdichtung der Bläschen sehr kalt, so krystallisirt sich das Wasser ihres Häutchens, wenn die Verdichtung im freyen geschieht, zu Schnee, und wenn es sich an feste Körper anlegen kan, zu Reif. Herr Lichtenberg (Erxleb. Anfgr. der Naturl. Anm. zu §. 434.) macht einige Hofnung, hieraus eine Erklärung der sechseckigten Schneefiguren herleiten zu können, s. Schnee.

Das Wasser, welches die mit Feuchtigkeit übersättigte Luft, als einen Niederschlag, fallen läst, nimmt oftmals sogleich die Form concreter Dünste oder des eigentlichen Wassers an, ohne erst durch den Zustand eines Nebels oder

blasenförmiger Dünste überzugehen. Ein Beyspiel hievon ist der Abendthau im Sommer, der gewöhnlich den Boden ohne Nebel befeuchtet, und also ein unmittelbarer Niederschlag der vorher in der wärmern Luft aufgelöseten Feuchtigkeit ist. Es scheint also so wohl zur Bildung, als zur Zerstörung der Dunstbläschen ein eigner uns unbekannter Umstand erforderlich zu seyn. Sie entstehen nie eher, als bis die Luft völlig mit aufgelösten Dünsten gesättiget ist; das Hygrometer zeigt im Nebel jederzeit den äußersten Grad der Feuchtigkeit an; auch verschwinden die Nebel wieder und lösen sich in der Luft auf, sobald die auflösende Kraft derselben verstärkt wird. Aber die Ursache, warum diese aus der gesättigten Luft niedergeschlagne Feuchtigkeit bald in concreter Form, bald in Bläschen erscheint, kan wohl in nichts anderm liegen, als in der Abwesenheit oder Gegenwart derjenigen Materie, welche die Hölung der Bläschen ausfüllt, und ihre Atmosphären bildet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieses die elektrische Materie sey. Man weiß jetzt, daß mit jedem Dunst Elektricität erzeugt werde, und daß vermuthlich alle Wolken elektrisch sind. Ueberdies würde sich hieraus erklären lassen, warum so oft nach einem heftigen Donnerschlage gleichsam ganze Wolken auf einmal in Platzregen herabstürzen. Dann hätte nemlich die plötzliche Entladung von Elektricität den Bläschen der Wolke das entzogen, was zu ihrer Erhaltung wesentlich nothwendig war, und man sähe nun leicht, warum sich ihre Wasserhäutchen in Tropfen vereinigen und durch ihr Gewicht herabfallen müsten.

Herr de Saussüre fragt noch, ob es nicht Fälle gebe, in welchen die Dunstbläschen sogleich aus den Körpern aufstiegen, und nicht erst aus einem Niederschlage oder aus elastischen Dämpfen gebildet würden. Er ist nicht geneigt, eine unmittelbare Entstehung der Bläschen, sogleich beym Ausgange aus dem ausdünstenden Körper, anzunehmen. Er führt an, daß bey der Aeolipile, selbst bey der mit zwoen Kugeln, Taf. VI. Fig. 103., die Dämpfe des Wassers allezeit in elastischer Form ausgehen, und

nicht eher sichtbar werden, oder die Gestalt der Bläschen annehmen, als bis sie in eine schon mit Feuchtigkeit gesättigte Luft kommen. Er bezieht sich überdies auf das Aufsteigen der Nebel und Wolken aus den Wäldern und Wiesen bey Regenwetter. Dabey sind die Körper, aus welchen die Wolken aufsteigen, mit keinem Nebel bedeckt, sondern die zunächst anliegende Luftschicht ist vollkommen durchsichtig; nur erst in einiger Höhe über dem Boden sieht man plötzlich die Nebel entstehen, und oft in zwo Secunden zu einem Durchmesser von 2 — 3 Toisen erwachsen. Es ist ihm also wahrscheinlich, daß in der mit elastischem Dampfe gesättigten Luft nicht eher Bläschen entstehen, als bis ein gewisser zu ihrer Erzeugung wesentlich nothwendiger Umstand hinzukömmt.

Ich habe bey dieser kurzen Vorstellung der Saussürischen Theorie der Dünste, welche die Naturbegebenheiten am ungezwungensten zu erklären scheint, blos von Wasser oder Feuchtigkeit, welche aus den Erdkörpern in den Luftkreis aufsteigt und nach verschiedenen Veränderungen wieder herabfällt, gesprochen. Es ist aber bekannt, daß außer dem Wasser noch viele andere Theile der Körper in die Luft übergehen. Daher haben die Naturforscher schon längst Dünste (vapores) und Ausflüsse (effluvia, exhalationes, halitus) von einander unterschieden. Musschenbroek (Introd. ad. phil. nat. To. II. §. 2285.) zählt die verschiedenen Gattungen dieser theils salzigen, theils ölichten, geistigen, luftähnlichen rc. Ausflüsse der Körper sehr sorgfältig auf. Die Wärme, welche bey der Ausdünstung so stark mitwirkt, verwandlet unstreitig auch außer den Wasser noch andere Theile der Körper entweder in Dämpfe, die durch die Kälte wieder verdichtet werden, oder in Gasarten, welche sich mit der Masse der atmosphärischen Luft verbinden; und das in den Körpern enthaltne Wasser selbst löset salzige und andere Bestandtheile in denselben auf, und nimmt sie, wenn es ausdünstet, mit sich in den Luftkreis auf. Durch die Auflösung in der Luft und den darauf erfolgten Niederschlag scheint das Wasser von diesen fremden Beymischungen größtentheils wieder be-

freyet zu werden, daher man das Regenwasser insgemein so rein, als das destillirte, findet. Im gemeinen Leben pflegt man wohl dies alles ohne Unterschied Dunst oder Dampf zu nennen; ich glaube aber in den hieher gehörigen Artikeln: Dünste, Dämpfe, Gas, Ausflüsse, die Bedeutungen dieser Worte in der Sprache der Physik hinlänglich festgesetzt zu haben.

de Lüc Untersuchungen über die Atmosphäre, II. Band. §. 675 u. f.

*de Saussure* Essais sur l'hygrometrie, Essai III. ch. 1 et 2.

Lichtenberg Anm. zu Erxlebens Anfangsr. der Naturlehre, bey §. 434.

**Dunkle Körper**, Corpora obscura, non lucentia, opaca, *Corps opaques*. Körper, welche nicht für sich allein, sondern nur durch Hülfe leuchtender Körper gesehen werden. So ist der Mond ein dunkler Körper, weil er nur durch das Licht der Sonne sichtbar wird. Man nennt die dunklen Körper, wenn sie von den leuchtenden sichtbar werden, erleuchtet. Sie werfen nemlich das Licht, das sie von den leuchtenden Körpern empfangen, ins Auge zurück. Erleuchtete dunkle Körper sind vermögend, andere dunkle Körper wieder zu erleuchten. So erleuchtet die Erde den Mond, indem sie auf ihn das Licht der Sonne zurückwirft.

Unter dem Worte: opacus, *opaque*, versteht man noch öfter den undurchsichtigen, als den dunklen Körper; am gewöhnlichsten bedeutet es einen Körper, der beydes zugleich ist.

**Dunstbläschen**, s. Dünste.

**Dunstkreis, Dunstkugel**, s. Luftkreis.

**Durchdringlichkeit**, Permeabilitas, *Permeabilité*. Die Fähigkeit eines Körpers, durch seine Zwischenräume andere Materien durchzulassen. Die Materie an sich betrachtet, ist undurchdringlich (*impermeable*), s. Undurchdringlichkeit. In sofern aber die zu jedem Körper gehörige Materie Zwischenräume zwischen ihren Theilen

leer läßt, in welchen sich andere Materien aufhalten können, wird der Körper für solche Materien durchdringlich (*permeable*). So nehmen die Physiker vom Aether an, daß er alle Körper durchdringe, und sich in ihren Zwischenräumen aufhalte; auch das Feuer oder die Wärme durchdringt alle bekannte Körper. Für die elektrische, magnetische Materie rc. sind nur gewisse Körper durchdringlich. In den Systemen, welche das Licht für einen materiellen Ausfluß erklären, werden die durchsichtigen Körper als durchdringlich für die Lichtmaterie angesehen. Feste Körper sind insgemein durchdringlich für diejenigen flüßigen Materien, welche sich an sie anhängen, oder von ihnen stark angezogen werden. So lassen sich Salze, Löschpapier, Schwämme rc. vom Wasser durchdringen.

**Durchgang durch den Mittagskreis**, s. Culmination.

**Durchgänge durch die Sonnenscheibe**, Transitus per discum solis, *Passages sur le disque du soleil.* Diejenigen Himmelsbegebenheiten, da Venus oder Merkur bey ihrem Umlaufe um die Sonne, in gerader Linie zwischen die Sonnenscheibe und das Auge des Zuschauers auf der Erde kommen, und sich also als dunkle, jetzt gerade nur auf der Rückseite erleuchtete, Kugeln, wie runde schwarze Flecken durch die Sonnenscheibe zu bewegen scheinen.

Venus und Merkur, welche innerhalb der Erdbahn um die Sonne laufen, kommen bey jedem Umlaufe einmal zwischen der Erde und der Sonne zu stehen; diese Stellung heißt ihre untere Conjunction mit der Sonne. Gemeiniglich haben sie bey dieser Conjunction eine Breite, welche größer als der Halbmesser der Sonne ist, und stehen daher von dem in der Ekliptik liegenden Mittelpunkte der Sonne zu weit ab, als daß sie innerhalb der Sonnenscheibe erscheinen könnten. Nur selten fällt eine solche untere Conjunction ganz nahe an ihrem Knoten, wo ihre Breite gering ist, und dann erscheinen sie in der Sonne als ein runder Flecken, dessen Durchmesser für die Venus ohngefähr $\frac{1}{30}$, für

den Merkur $\frac{1}{150}$ des scheinbaren Sonnendurchmessers beträgt, und der von Morgen gegen Abend durch die Sonnenscheibe fortrückt.

Vor Erfindung der Fernröhre ist nie eine solche Begebenheit wahrgenommen worden, und Averrhoes, der den Merkur in der Sonne gesehen zu haben glaubte, hat wahrscheinlich einen großen Sonnenflecken für diesen Planeten genommen, welcher viel zu klein ist, als daß ihn das bloße Auge in der Sonne entdecken könnte. Kepler kündigte zuerst im Jahre 1627, nach seinen auf des Tycho Beobachtungen gegründeten rudolphinischen Tafeln, einen Durchgang des Merkurs auf 1631, und zween Durchgänge der Venus auf 1631 und 1761 an (Admonitio ad astronomos de miris rarisque anni 1631 phaenomenis, Lipſ. 1629. 4.). Da aber diese Vorhersagungen auf feinen Bestimmungen kleiner Größen beruhen, so traf der auf den 6 Dec. 1631 angesetzte Durchgang der Venus nicht ein; der Durchgang des Merkurs aber ward von Gassendi (Epist. ad Schickardum de Mercurio in Sole viso, et Venere invisa, in Gassendi Opp. To. IV. p. 499.) am 7 Nov. 1631 wirklich beobachtet. Kepler selbst war wenige Tage vorher (d. 4 Nov. 1631) gestorben. Seit dieser Zeit sind noch 15 andere Durchgänge des Merkurs, der letzte noch erst am 4 May 1786, beobachtet worden, und wir haben deren noch zween in diesem Jahrhunderte, 1789 d. 5 Nov. und 1799 d. 7 May, zu erwarten.

Im Jahre 1639 am 24 Nov. a. St. beobachtete Jeremias Horrockes in England zum erstenmale die Venus vor der Sonnenscheibe, welche an diesem Tage nach den Keplerischen Tafeln nur auswärts am Rande der Sonne vorbeystreichen sollte. Noch außer ihm beobachtete sein Freund William Crabtre, den er im voraus aufmerksam gemacht hatte, eben diese Begebenheit zu Manchester (s. *Jer. Horroccii* Venus in Sole visa, in Hevelii Selenographia, Gedan. 1647. fol.). Nach diesem ist Venus noch zweymal, 1761 d. 6 Jun. und 1769 d. 3 Jun. in der Sonne gesehen worden, und ihre nächsten Durchgänge

sind nun erst in den Jahren 1874 und 1882 zu erwarten.

Die Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe sind für die Sternkunde von der äußersten Wichtigkeit, weil sie unter allen astronomischen Beobachtungen die sichersten Mittel an die Hand geben, die Sonnenparallaxe zu bestimmen, und dadurch die wahren Entfernungen der Weltkörper von einander und die Größe des ganzen Sonnensystems zu berechnen. Es vereinigen sich bey diesen Beobachtungen einige Umstände, die ihnen zu dieser Absicht überwiegende Vorzüge vor allen andern Mitteln zu Bestimmung der Parallaxen beylegen. Die Berührung der Ränder der Venus und der Sonne, wobey ein kleiner dunkler Kreis auf einem hellen Grunde steht, läßt sich mit einer Genauigkeit wahrnehmen, die in ihrer Art einzig ist, und die Wirkung der Parallaxe auf die an verschiedenen Orten der Erde beobachtete Dauer des Durchgangs ist so groß, daß auch ein geringer Fehler in Abmessung dieser Zeitdauer keinen sehr beträchtlichen Einfluß aufs Ganze haben würde. Wenn die Beobachtungsorte schicklich gewählt werden, so kan die Dauer des Durchgangs für den einen Ort von der für den andern um $23\frac{1}{2}$ Min. verschieden seyn, wobey ein Beobachtungsfehler von 3 Secunden Zeit immer nur $\frac{1}{470}$ des Ganzen betragen, mithin auch die daraus geschlossene Parallaxe nur etwa um $\frac{1}{470}$ ihrer ganzen Größe unrichtig angeben könnte. Halley (Phil. Trans. 1677.) hat auf diese Vortheile zuerst aufmerksam gemacht, und bedauret, daß es ihm nicht vergönnt sey, eine solche Begebenheit zu erleben.

Man kan also leicht denken, mit welchem Verlangen die Astronomen die Jahre 1761 und 1769 erwarteten. Auch haben uns ihre Bemühungen und die wirksamen Unterstützungen der Regenten und Akademien, besonders im Jahre 1769, Resultate verschaft, mit denen wir in Rücksicht auf die Entfernungen und Größen der Weltkörper sehr zufrieden seyn können. Die londner königliche Societät ließ im Jahre 1769 in der Hudsonsbay und auf der Insel Taiti in der Südsee, der französische Hof durch den Abt

Chappe in Californien, der dänische durch den P. Hell zu Wardhus in Lappland, und der schwedische durch Planmann zu Cajaneburg in Finnland beobachten, und die Bestimmungen aus diesen fünf Beobachtungsorten vereigen sich dahin, daß sie die Größe der Sonnenparallaxe zwischen die engen Grenzen von 8,5 und 8,6 Secunden einschränken (s. *de la Lande* Mém. sur le passage de Venus, à Paris. 1772. 4.).

Außerdem dienen auch die Beobachtungen der Durchgänge zu genauerer Bestimmung der Knoten des Merkurs und der Venus, mithin zu Prüfung und Berichtigung der astronomischen Tafeln.

Da die Knoten der Venus um den 14° ♊ und 14° ♐ fallen, an welchem Punkte die Sonne um den 4 Jun. und 5 Dec. kömmt, so können die Durchgänge der Venus nie anders, als um diese Tage, vorfallen. Eine ähnliche Bewandniß hat es mit den Durchgängen des Merkurs, die stets um den 6 May und 8 Nov. geschehen, weil die Knoten seiner Bahn im 16° ♉ und 16° ♏ fallen. Die meistenmale fällt 8 Jahre nach einem Durchgange der Venus ein zweyter bey eben demselben Knoten, dann aber der nächste erst nach 235 Jahren. Aehnliche Perioden giebt es auch für die Durchgänge des Merkurs, mit deren Bestimmung sich Halley (Phil. Trans. 1691.) beschäftiget hat.

de la Lande astronomisches Handbuch, Leipzig 1775. gr. 8. §. 726 u. f.

**Durchsichtig**, Pellucidum, Diaphanum, *Transparent.* So heißt ein Körper, wenn er das Licht durchläßt, oder wenn man andere Körper durch ihn sehen kan. Eigentlich ist ein jeder Körper in ganz dünnen Scheibchen in einigem Grade durchsichtig, und in dickern Stücken in etwas undurchsichtig.

Ein Körper, der alles Licht, das auf ihn fiele, durchließe, ein vollkommen durchsichtiger Körper, würde kein Licht zurückwerfen, und müste daher unsichtbar seyn. Solche Körper aber giebt es nicht. Selbst die Luft, einer der durchsichtigsten Körper, der daher wenig sichtbar ist,

schwächt das Licht in der Ferne, und wird in großen Massen dadurch einigermaßen sichtbar. Körper, die nur einen Theil des auf sie fallenden Lichts durchlassen, heißen **halbdurchsichtig** (semi-pellucida, *demi-transparents*).

**Durchsichtigkeit**, Pelluciditas, *Transparence, Diaphaneité*. Die Eigenschaft der Körper, dem Lichte einen Durchgang zu verstatten.

Die Phänomene der Durchsichtigkeit haben vieles, was auf den ersten Blick unerwartet scheint. So dichte und harte Körper, wie der Diamant und Krystall, verstatten dem Lichte einen freyen Durchgang; da hingegen lockere poröse Körper, wie Holz und Kork, dasselbe aufhalten. Dies zeigt schon deutlich, daß die Durchsichtigkeit nicht von der Menge der Zwischenräume abhänge. Wasser und Oel sind beyde für sich durchsichtig; aber vermischt und wohl durch einander geschlagen, geben sie ein undurchsichtiges Gemisch. Auch der Schaum ist undurchsichtig, und doch nichts als eine Mischung von Wasser und Luft, welche beyde an sich durchsichtig sind. Das Papier ist undurchsichtig, so lange seine Poren mit Luft angefüllt sind, es läst aber das Licht durch, und verstattet eine Schrift dadurch zu lesen, wenn man es mit Wasser oder Oel tränket.

Es würde daher eine sehr ungegründete Vorstellung seyn, wenn man die Ursache der Durchsichtigkeit in der größern Menge der leeren Zwischenräume suchen wollte, da dichtere Körper, die weniger Zwischenräume haben, oft durchsichtiger sind, als lockere, und Körper, wie z. B. das Papier, durchsichtiger werden, wenn man ihre Zwischenräume mit dichtern Materien anfüllt. Und im Grunde hat ein jeder Körper so viel Zwischenräume, daß etwas so feines, als das Licht ist, gewiß einen Durchgang durch dieselben müste finden können.

Descartes (Dioptr. C. I. §. 7.) hat die Ursache der Durchsichtigkeit in der geradlinigten Anordnung und Lage der mit der Lichtmaterie erfüllten Zwischenräume zu finden geglaubt. Aber wie kan man sich einen Körper

vorstellen, in welchem die Zwischenräume an allen Orten und nach allen Richtungen in geraden Linien liegen, dergleichen doch ein jeder Glaswürfel seyn müste, den man in allen seinen Punkten und nach allen möglichen Richtungen durchsichtig findet? Ein solcher Körper müste in allen Punkten seines Raumes Zwischenräume haben, so daß gar kein Ort übrig bliebe, in welchen man seine undurchdringliche oder nach Descartes gröbere Materie stellen könnte. Und wie kan man sich denken, daß diese geradlinigte Anordnung der Zwischenräume in flüßigen Materien, z. B. Luft und Wasser, wenn sie auch einmal vorhanden wäre, durch die Bewegung nicht gestört werden sollte, da doch der Wind die Durchsichtigkeit der Luft nicht im geringsten hindert?

Mit viel mehrerem Grunde sucht Newton die Ursache der Durchsichtigkeit der Körper in der gleichförmigen Dichtigkeit ihrer Theile, nebst der Größe ihrer Zwischenräume und der Dichtigkeit der Materie, welche sich in denselben aufhält. Nach der in seiner Optik (L. II. P. 3. prop. 1. sq.) vorgetragenen Theorie kömmt die Undurchsichtigkeit der Körper davon her, daß die Lichtstralen bey ihrem Durchgange durch die innern Theile derselben auf unzählbare und mannigfaltige Art gebrochen und zurückgeworfen werden.

Er beweiset anfänglich (prop. 1.), daß diejenigen Flächen, welche am stärksten brechen, d. i. welche zwischen Mitteln von sehr verschiedener Dichte liegen, auch am stärksten zurückwerfen, und daß an den Grenzen solcher Mittel, an welchen gar keine Brechung statt findet, auch keine Zurückwerfung geschehe. Wenn man zwey Objectivgläser langer Fernröhre gelind zusammendrücket, so bemerkt man in der Mitte, wo sie sich berühren, einen runden schwarzen Flecken, durch welchen man die Gegenstände vermittelst schief durchgehender Lichtstralen sehen kan, die man hingegen durch andere Stellen, wo das Licht durch den Zwischenraum zwischen beyden Gläsern gehen muß, nicht sieht. Eben dies läst sich von der Fläche sagen, mit der man sich einen Glaskörper oder eine Masse Wasser

durchschnitten denken kan. Also giebt es in Körpern, welche durchaus von gleicher Dichte sind, als Wasser, Glas, Krystall ꝛc. keine merkliche Zurückwerfung, als nur an ihren äußern Flächen, wo sie an andere Mittel von sehr verschiedener Dichte stoßen.

Fast aller natürlichen Körper kleinste Theile sind einigermaßen durchsichtig (prop. 2), wie auch die Vergrösserungsgläser zeigen. Im finstern Zimmer lassen dünne Goldblättchen Licht durch. Daß aber die Körper undurchsichtig werden, rührt von der Menge der Reflexionen in ihren innern Theilen her.

Zwischen den Theilen undurchsichtiger und farbigter Körper (prop. 3.) sind viele Räumchen entweder leer oder mit Mitteln von anderer Dichte erfüllt. So liegt in einem gefärbten Liquor zwischen den färbenden Theilchen Wasser, zwischen den Wasserbläschen, woraus Wolken und Nebel bestehen, Luft. Daß nun diese Unterbrechung der Theile und ihre Abwechselung mit andern von verschiedener Dichte die vornehmste Ursache der Undurchsichtigkeit sey, erhellet daraus, daß man die Körper durchsichtig machen kan, wenn man die Räumchen mit einer Materie ausfüllt, die mit den Theilen der Körper ziemlich einerley Dichtigkeit hat, wie z. B. Papier oder Leinwand in Oel getränkt, das Weltauge in Wasser geweicht, durchsichtig wird. Im Gegentheile werden durchsichtige Körper undurchsichtig, wenn man ihre Räumchen wieder ausleeret, oder die Continuität ihrer Theile unterbricht, wie nasses Papier, wenn es wieder trocknet, gestoßenes oder mit vielen Ritzen durchschnittenes Glas, Wasser mit Luft zu Schaum geschlagen u. s. w.

Wenn die Körper undurchsichtig seyn sollen (prop. 4.), so müssen ihre Theile und Zwischenräume nicht unter einer gewissen Größe seyn. Denn selbst die undurchsichtigsten Körper werden in sehr kleinen Stückchen (wie die Metalle in den Säuren aufgelöst) durchsichtig. Eine Seifenblase wirft oben, wo sie am dünnsten wird, so wenig Licht zurück, daß man einen schwarzen Flecken daselbst zu sehen glaubt. Sie ist also daselbst vollkommen durchsichtig.

Daher sind nach Newton Wasser, Glas, Steine rc. durchsichtig, weil ihre Materie durchaus von gleichförmiger Dichte ist, ihre Theile aber sowohl als die zwischen ihnen befindlichen Räumchen zu klein sind, als daß sie merkliche Zurückwerfungen des Lichts verursachen könnten. Eben daraus erklärt sich auch leicht, warum alle vollkommene Auflösungen durchsichtig sind, und warum die Dünste die Durchsichtigkeit der Luft nicht stören, so lange sie in derselben völlig aufgelöset sind.

Inzwischen leidet doch das Licht, beym Durchgange durch durchsichtige Körper, eine beträchtliche Schwächung. Hierüber haben die beyden Erfinder der Photometrie, Bouguer und Lambert, sehr viele Versuche angestellt. Bouguer (Tr. d'optique sur la gradation de la lumiere, Paris 1760. gr. 4. p. 225.) findet, daß das Licht durch 16 Stück gemeines Fensterglas, die zusammen $9\frac{1}{2}$ Lin. dick waren, 247 mal geschwächt ward. Durch 6 Stück Spiegelglas, zusammen $11\frac{1}{2}$ Lin. dick, ward es im Verhältnisse von 100 zu 27 vermindert. Ein einziges Stück aber, drey Zoll dick, verminderte es kaum um die Hälfte. Das Seewasser schwächt in einer Länge von 10 Fuß das Licht nur in dem Verhältnisse von 5 zu 3 oder zu $3\frac{1}{2}$. Wenn Bouguer 76—80 Stücken Glas in einer Röhre hinter einander stellte, so ward alles Sonnenlicht von denselben aufgefangen und verschluckt. Er berechnet hieraus, daß das Seewasser bey einer Dicke von 679 Fuß alle seine Durchsichtigkeit verlieren, und die Luft, wenn sie sich mit der Dichtigkeit, die sie bey uns hat, in eine Höhe von 518385 Toisen erstreckte, kein Licht der Sonne durchlassen, und uns in eine völlige Nacht begraben würde.

Aehnliche Versuche hatte schon Musschenbroek angestellet. Er fand (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1971.), daß die rothen Stralen des Sonnenlichts durch rothe, orangefarbne und gelbe Gläser leicht durchgiengen, die übrigen aber aufgehalten wurden, so daß, wenn man noch ein grünes und ein blaues Glas dahinter stellte, alles zusammen ein undurchsichtiges Ganzes ausmachte. Durch fünf blaue Glasscheiben schien die Sonne weiß, durch sechs

nahm sie eine Purpurfarbe an, die mit jeder neuen Scheibe dunkler ward, bis endlich funfzehn Scheiben, die zusammen einen Zoll dick waren, nichts mehr von der Sonne zu sehen erlaubten.

Lambert (Photometria, Aug. Vind. 1760. 8.) hat diesen Gegenstand mit der grösten Genauigkeit behandlet. Er beschäftiget sich durch den ganzen zweyten Theil dieses Werks damit, und findet durch eine sehr sinnreiche Verbindung der Theorie mit Versuchen, wie sich bey Glastafeln, welche gar kein Licht zerstreuten oder verschluckten, die Menge des an ihrer Vorder- und Hinterfläche zurückgeworfenen Lichts zu der Menge des durchgehenden verhalten müsse. Dieses Verhältniß wendet er dann mittelst anderer Versuche auf Bestimmung des Verlustes an, den senkrecht auffallendes Licht beym Durchgange durch Glastafeln leidet. Er findet hierüber folgende Resultate.

| Glastafeln | Zurückgeworf. | Gebrochnes | Verlohrnes Licht |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,0516 | 0,8111 | 0,1373 |
| 2 | 0,0856 | 0,6596 | 0,2548 |
| 3 | 0,1081 | 0,5368 | 0,3551 |
| 4 | 0,1228 | 0,4377 | 0,4495 |
| 8 | 0,1467 | 0,1945 | 0,6588 |
| 16 | 0,1524 | 0,0387 | 0,8089 |
| 32 | 0,1526 | 0,0016 | 0,8458 |

Im fünften Theile der Photometrie untersucht Lambert die Zerstreuung des Lichts beym Durchgange durch die Atmosphäre. Bouguer hatte die Dichte des senkrecht auf die Atmosphäre fallenden Lichts, wenn es die Erdfläche erreicht, 0,8123 gefunden. Lambert aber setzt sie aus Beobachtungen, die er zu Chur im Graubündner Lande bey der Barometerhöhe von 26 par. Zoll gemacht hatte, nur 0,5889.

An den Oberflächen durchsichtiger Körper, und wahrscheinlich auch während des Durchgangs, wird ein großer Theil des Lichts verschluckt oder unwirksam gemacht. Newton glaubte, die verlohren gehenden Lichtstralen würden durch den Anstoß gegen die materiellen dichten

Theilchen der Körper entkräftet. Bouguer aber bemerkte, daß besonders beym Uebergange der Stralen aus Wasser in Luft, bey kleinen Neigungswinkeln dieser Verlust sehr stark sey, bey größern geringer werde, und bey senkrecht auffallenden Stralen fast gänzlich wegfalle. Er schließt hieraus, die Ursache könne nicht in dem Anstoße an die dichten Theile liegen, deren das Licht bey einem schiefen Durchgange durch das Wasser mehrere, als bey einem senkrechten, antreffen würde; er schreibt es also einer blos an der brechenden Oberfläche befindlichen Kraft zu, daher auch den Versuchen gemäß die Dicke eines durchsichtigen Körpers das Licht nicht so sehr schwäche, als die Menge der brechenden Oberflächen. Dennoch hat Canton, wie Priestley anführt, gefunden, daß der Phosphorus durch elektrische Funken stärker leuchtend gemacht wird, wenn ihr Licht durch dünnes, als wenn es durch dickeres Glas darauf fällt, und Priestley selbst fand ihn stärker leuchtend, wenn das Licht des Funkens durch sieben dünne Gläser, als wenn es durch ein einziges $\frac{1}{4}$ Zoll dickes gegangen war. Es läßt sich also über die Ursache dieser Entkräftung des Lichts noch nicht mit Gewißheit entscheiden.

*Newtoni* Optice, L. II. Part. III. prop. 1—4.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 304 u. f.

**Dynamik,** Dynamica, *Dynamique.* Die Lehre von den Kräften, welche die Bewegung der Körper verursachen. Sie macht einen Theil der **höhern Mechanik** aus, in welcher Lehren, die über die Grenzen der Elementarmathematik hinausgehen, auf die Betrachtungen der Kräfte und Bewegungen fester Körper angewandt werden. In dieser höhern Mechanik kan man Betrachtungen der Bewegung allein, wobey auf die Kräfte, durch welche sie verursacht werden, nicht gesehen wird, zur **Phoronomie** (doctrina de motu), solche aber, wobey die Kräfte selbst mit in Erwägung gezogen werden, zur Dynamik (doctrina de viribus) rechnen. Dies ist Dynamik in der eigentlichen Bedeutung des Worts.

Bisweilen wird aber auch die ganze höhere Mechanik unter dem Namen der Dynamik begriffen. d'Alembert's Traité de dynamique (Paris. 1743. 4.) betrift nicht ganz allein, was Kräfte, sondern auch, was Bewegung angeht, ist aber auch keine vollständige Ausführung des ganzen Gebäudes der höhern Mechanik, sondern mehr eine scharfe Prüfung der Gründe, auf denen dieses Gebäude beruht.

Eben so werden die Anwendungen der höhern Mathematik auf Kräfte und Bewegungen flüßiger Körper unter dem Namen der **Hydrodynamik** vorgetragen, und man könnte den Anwendungen eben dieser Lehren auf Druck und Bewegung der Luft füglich den Namen der Aerodynamik beylegen, s. die Worte: **Hydrodynamik** und **Pnevmatik**.

Etwas von der Geschichte und den vornehmsten Schriftstellern dieser Wissenschaft wird in dem Artikel: **Mechanik**, vorkommen.

## E.

**Ebbe und Fluth**, Aestus maris, Accessus et Recessus, Fluxus et Refluxus maris, *Les Marées, Flux et Reflux de la mer.* Die regelmäßige Bewegung des Meeres, vermöge welcher das Wasser desselben täglich zweymal am höchsten, und zweymal am niedrigsten steht.

In den großen und tiefen Meeren, besonders um den heißen Erstrich, steht das Meerwasser in solchen Gegenden, wo nicht Nebenumstände die Sache verändern, am höchsten ohngefähr drey Stunden darauf, nachdem der Mond durch den Mittagskreis des Orts gegangen ist. Dieser höchste Stand heißt die **hohe oder volle See, hohe Fluth** (*la haute mer*). Nachdem er einige Minuten gedauert hat, fängt das Wasser an, westwärts wieder abzulaufen. Dieses Ablaufen dauert sechs Stunden, und heißt die **Ebbe** (refluxus, *reflux*). Nach Verlauf dieser sechs Stunden hat das Meerwasser den niedrigsten Stand, welcher die tiefe See (*la basse mer*) genannt wird, worauf nach einigen Minuten der Zufluß von Osten her wieder anfängt,

und ein sechs Stunden langes Steigen des Meeres die Fluth (fluxus, *flux*) veranlasset, wodurch nach zwölf Stunden, d. i. etwa drey Stunden nach dem Durchgange des Monds durch die untere Hälfte des Mittagskreises, die volle See wiederum eintritt. Diese Abwechselung dauret unaufhörlich fort, doch so, daß am folgenden Tage die hohe Fluth um 49 Minuten später, als am vorhergehenden, eintritt, so wie auch der Mond jeden Tage um 49 Min. später durch den Mittagskreis geht.

Während der Fluth tritt das Meerwasser in die Mündungen der ins Meer auslaufenden Flüsse zurück; während der Ebbe aber erhalten die Gewässer dieser Flüsse ihren freyen Ablauf wieder.

Bey der Ebbe und Fluth kommen an den Orten, wo die Bewegung des Wassers nicht durch Inseln, Vorgebirge, Meerengen oder andere Hindernisse aufgehalten wird, drey sehr merkwürdige und regelmäßige Perioden vor, eine tägliche, eine monatliche und eine jährliche.

Die tägliche Periode besteht in der schon angeführten zweymaligen Abwechselung, nach welcher binnen 24 St. 49 Min. zweymal Ebbe und zweymal Fluth ist. Ihre Dauer kömmt überein mit dem Zeitraume zwischen zween auf einander folgenden Durchgängen des Monds durch den Mittagskreis.

Die monatliche Periode zeigt sich darinn, daß diese Bewegung der See jeden Monat zweymal am stärksten und zweymal am schwächsten sind. Die stärksten Fluthen fallen in die Tage des Neumonds und Vollmonds, d. h. der Syzygien, oder richtiger, etwa $1\frac{1}{2}$ Tag nach dem Neu- und Vollmonde; die schwächsten in die Zeiten der Quadraturen, oder vielmehr $1\frac{1}{2}$ Tag nach dem ersten und letzten Mondsviertel. Wenn im Neu- oder Vollmonde der Mond zugleich in der Erdnähe ist, so wird die Verstärkung der Fluth sehr beträchtlich.

Die jährliche Periode endlich besteht darinn, daß um die Zeit der Nachtgleichen (21 März und 21 Sept.) die Fluthen in den Syzygien viel stärker, und in den Quadraturen viel schwächer, als sonst, werden; da sie hingegen

um die Zeit der Sonnenwenden (21 Jun. und 21 Dec.) in den Syzygien schwächer, und in den Quadraturen stärker, als zu andern Zeiten, sind.

In Absicht auf die tägliche Periode bemerkt man, 1) daß die volle See an den östlichen Küsten eher, als an den westlichen, eintritt; 2) daß sich in der heißen Zone das Meerwasser von Morgen gegen Abend zu bewegen scheint, und die Fluth für Orte, die unter einerley Mittagskreise liegen, zu gleichen Zeiten eintritt; 3) daß sie in den gemäßigten Zonen in geringern Breiten eher, als in größern, erfolgt; 4) daß über 65° Breite hinaus Ebbe und Fluth kaum merklich ist.

Bey der monatlichen Periode nimmt man wahr, 1) daß die Fluthen von den Quadraturen bis zu den Syzygien wachsen, von den Syzygien bis zu den Quadraturen aber abnehmen; 2) daß die hohe See in den Syzygien und Quadraturen selbst 3 Stunden nach der Culmination des Monds, von den Syzygien bis zu den Quadraturen aber früher, und von diesen bis zu jenen später, als 3 Stunden nach dieser Culmination, eintritt; 3) daß die südliche oder nördliche Breite des Monds keinen Einfluß auf die Zeit der Ebbe und Fluth hat.

In der jährlichen Periode endlich zeigt sich, 1) daß die Fluthen bey der Wintersonnenwende stärker, als bey der im Sommer, sind; 2) daß sie desto stärker sind, je näher der Mond der Erde steht, und je geringer sein Abstand vom Aequator oder seine Breite ist; daher die allerstärksten Fluthen eintreten, wenn die Nachtgleiche mit einer Syzygie und mit der Erdnähe des Monds zusammenfällt; 3) daß in den Nordländern die Fluthen der Syzygien im Sommer des Abends stärker, als des Morgens, im Winter hingegen des Morgens stärker, als des Abends, sind.

Man wird in diesen kurz zusammengefaßten Erscheinungen der Ebbe und Fluth ihre auffallende Beziehung auf den Stand des Monds und der Sonne sogleich gewahr werden, und so schon im voraus vermuthen, daß die Ursache derselben nirgends anders, als in der Einwirkung dieser Weltkörper auf die Erde, gesucht werden könne. Dies

haben auch schon unter den Alten einige eingesehen, ob ihnen gleich der Gang der Ebbe und Fluth bey weitem nicht so bekannt war, als er es uns durch die unzählbaren Beobachtungen der Schiffer und der Bewohner der Küsten des Weltmeeres geworden ist. Im mittelländischen Meere, auf das sich die Kenntniß der Griechen und Römer größtentheils einschränkte, sind die Wirkungen der Ebbe und Fluth nicht so merklich.

Inzwischen führt doch schon Homer (Odyss. XII. 105.) an, daß sich der Strudel Charybdis täglich dreymal erhebe und wieder zurückgehe; Strabo, der in seinem ersten Buche diese Stelle von der Ebbe und Fluth erklärt, meint, der Dichter habe sein τρὶς als einen poetischen Ausdruck gebraucht, der im Grunde nichts mehr sagen wolle, als mehreremal, oder zweymal.

Herodot und Diodor von Sicilien schreiben dem rothen Meere eine große und heftige Ebbe und Fluth (ῥοῦν πολὺν καὶ σφοδρὸν) zu. Plutarch erzählt, daß Pytheas von Massilien die Ebbe und Fluth vom Monde hergeleitet habe, ob er gleich dabey den großen Fehler begeht, so von ihr zu reden, als ob sie nur monatlich erfolge. Aristoteles gedenkt der Ebbe und Fluth nur an wenigen Stellen seiner Schriften; doch sagt er in einer derselben (De mundo, cap. 4. sub. fin.), die Erhebungen des Meeres richteten sich nach dem Monde. Aus einigen übel verstandnen Stellen der Kirchenväter ist die Sage entstanden, Aristoteles habe sich in den Euripus gestürzt, weil er die Ebbe und Fluth nicht ergründen können. Justinus Martyr (Cohortat. ad Graec.) sagt nur, er sey vor Gram gestorben, weil er die Natur des Euripus nicht habe erklären können, und gedenkt der Ebbe und Fluth gar nicht. Die Griechen scheinen überhaupt nur wenig mit diesen Bewegungen des Meeres bekannt gewesen zu seyn, und Curtius schildert allem Ansehen nach sehr richtig das Erstaunen, mit welchem Alexanders Soldaten, als sie nach Indien kamen, die Schiffe am Weltmeere vom Wasser entblößt sahen.

Die Römer erlangten, als sich ihre Eroberungen bis an das atlantische Meer erstreckt hatten, genauere Kenntnisse hievon. Cäsar gedenkt der Ebbe und Fluth im vierten Buche seiner Commentarien vom gallischen Kriege, und **Strabo** führt im dritten Buche die Erscheinungen nach allen drey Perioden ziemlich richtig an, und erklärt sie nach dem **Posidonius** dadurch, daß das Meer die himmlischen Bewegungen nachahme, in welchen sich drey ähnliche Perioden befänden. **Plinius** (Hist. nat. L. II. c. 97.) giebt nebst den Erscheinungen auch die Ursachen an. Caussa, sagt er, in sole lunaque — moventur aquae ut ancillantes sideri avido, trahentique secum haustu maria. **Seneca** (Quaest. nat. III. 28.) und **Makrobius** (Somn. Scip. I. 6.) beschreiben ebenfalls die Bewegungen der See sehr richtig.

Die neuern fiengen nun an, zur Erklärung der Ebbe und Fluth mancherley Hypothesen zu entwerfen. **Galilei** (Dialog. de Systemate cosmico. Dial. 4.) versuchte, sie aus der doppelten Bewegung der Erde herzuleiten und als ein Beweisgrund für die Wirklichkeit dieser Bewegung zu gebrauchen. **Descartes** (Princip. Philos. P. IV. prop. 49. sqq.) erklärte sie aus seinen Wirbeln. Der Wirbel der Erde sollte nach seiner Meinung beym Durchgange des Monds durch den Mittagskreis dem Wirbel des Monds begegnen, und beyde sollten dadurch, weil der Raum zwischen beyden Körpern enger würde, in eine schnellere Bewegung gerathen, also auf das Meer drücken, und es nöthigen, gegen die Küsten anzusteigen. Man bemerkt aber, daß auch im freyen ofnen Meere nach dem Durchgange des Monds durch den Mittagskreis das Wasser sich erhebt, und keineswegs niedergedrückt wird; auch erklärt diese auf das nichtige System der Wirbel gebaute Hypothese die zweyte Fluth nicht, welche sich ereignet, wenn der Mond unter dem Horizonte steht. Nicht glücklicher hat **Wallis** (De aestu maris, Opp. To. II. p. 737. sqq.) die Phänomene der Ebbe und Fluth aus der Bewegung des gemeinschaftlichen Schwerpunkts der Erde und des Monds herzuleiten gesucht.

Kepler war inzwischen auf den Gedanken gekommen, daß es zwischen allen Weltkörpern eine allgemeine und gegegenseitige Anziehung gebe. Er sagt ausdrücklich (Astron. nova tradita Comment. de motu stellae Martis, Prag. 1609. praef.), daß sich der Mond und die Erde, wenn sie nicht in Bewegung wären, einander nähern, und sich in ihrem gemeinschaftlichen Schwerpunkte begegnen würden, und daß die Wirkung des Mondes die Ebbe und Fluth verursache. Das ganze Wasser des Weltmeers würde sich gegen den Mond erheben, wenn die Erde aufhörte, es an sich zu ziehen. Doch hat es dieser große Astronom in dieser merkwürdigen Stelle bey einer bloßen Muthmaßung bewenden lassen, und an andern Stellen seiner Gewohnheit nach in sehr dichterischen Tropen von der Ebbe und Fluth gesprochen. Euler (Lettres à une princesse d'Allemagne, lettr. 63.) der diese Ausdrücke zu buchstäblich nimmt, giebt ihm sogar Schuld, er habe die Erde für ein lebendiges Thier und die Ebbe und Fluth für eine Wirkung ihres Athmens erklärt.

Newton drang auf dem von Keplern angegebnen Wege weit tiefer in die Geheimnisse der Natur, und sahe nach der Entdeckung des Gesetzes der Anziehung leicht die Wirkungen ein, welche die Sonne und der Mond auf das Wasser der Erdfläche hervorbringen müsten. Er hat hievon (Princip. L. III. prop. 24. 36. 37.) mit der gewöhnlichen seiner Größe würdigen Art gehandlet, ohne jedoch seine Berechnungen vollständig bis auf alle Phänomene der Ebbe und Fluth zu erstrecken. Halley (Philos. Trans. n. 226.) hat hieraus einen mit mehreren Beobachtungen verglichenen Auszug geliefert. Die Pariser Akademie der Wissenschaften veranlassete, durch den im Jahre 1740 ausgesetzten Preiß auf die beste Abhandlung über diesen Gegenstand, die drey vortreflichen Schriften der Herren Daniel Bernoulli, Mac-Laurin und Euler, welche der Genfer Ausgabe von Newtons Principien (Philos. nat. princ. math. aut *Is. Newtono* cum comm. PP. *Le Sueur* et *Jacquier*, To. III. 1760. gr. 4.) beygefügt worden sind, und fast alles, was sich über die Ursachen der Ebbe

und Fluth sagen läßt, erschöpfen. Endlich hat auch de la Lande (Astronomie liv. XXII.) diese Materie sehr umständlich und schön abgehandlet.

Wenn eine Kugel von beträchtlicher Größe, die mit einer dünnen Lage eines flüßigen Wesens umgeben ist, in allen ihren Theilen gegen einen äußern Punkt oder Körper gravitirt, so muß dieses Flüßige die Kugelgestalt verlassen, und die Form eines elliptischen Sphäroids annehmen, dessen große Axe gegen den anziehenden Körper gerichtet ist. Mac-Laurin, Clairaut (Theorie de la figure de la terre, Paris 1743. 8.) und de la Lande haben dies aus dem Gesetze der Gravitation sehr scharfsinnig erwiesen.

Um die Ursache hievon im Allgemeinen zu übersehen, stelle man sich DaEb (Taf. VI. Fig. 104.) als eine ruhende feste Kugel vor, die bis auf eine gewisse Höhe mit einer gleichförmigen, dünnen und nicht elastischen flüßigen Materie umgeben ist, deren Theile nach dem Mittelpunkte C gravitiren, und also, wenn keine äußern Einwirkungen statt finden, eine völlige Kugelgestalt, wie der feste Körper, den sie bedecken, annehmen werden. Wären nun alle Theile der flüßigen Materie und der festen Kugel gegen einen in L stehenden Körper gleich schwer, und würden sie nach parallelen Richtungen gegen ihn gezogen, so würde diese Schwere jeden Theil mit gleicher Geschwindigkeit gegen L führen, und so die ganze Masse bewegen, ohne die Lage ihrer Theile gegen einander, d. i. die Gestalt des Ganzen, im mindesten zu verändern. Wenn aber die Kugel DCE eine beträchtliche Größe hat, und also C beträchtlich weiter, als a, und b weiter, als C, von L entfernt ist, so werden, den Gesetzen der Gravitation gemäß, die nähern Theile bey a stärker gegen L gravitiren, und daher mit mehr Geschwindigkeit nach L zu bewegt werden, als der Mittelpunkt C; hingegen werden die entferntern Theile bey b weniger, als der Mittelpunkt C, nach L gravitiren, und also langsamer, als C, gegen L bewegt werden. Was die feste Kugel betrift, so kann dieser Unterschied der Geschwindigkeiten wegen des Zusammenhangs ihrer Theile keine Wirkungen äußern; in Absicht der flüßigen Bedeckung aber

ist es die natürliche Folge hievon, daß die Theile bey a dem Mittelpunkte voreilen, die bey b hingegen in Vergleichung mit demselben zurückbleiben müssen. Daher wird die flüssige Materie die Kugelgestalt verlassen, bey a und b von der Oberfläche der festen Kugel abtreten und sich in A und B halten, woraus die Figur eines elliptischen Sphäroids entsteht, dessen große Axe AB sich gegen den Mittelpunkt der Anziehung L richtet.

Die Seewasser erheben sich also nicht nur gegen die Seite A, auf welcher der Mond stehet, sondern auch auf die entgegengesetzte Seite B, wie dies bey der Ebbe und Fluth wirklich geschieht, da die hohe Fluth nicht nur nach der Culmination des Mondes selbst, sondern auch zwölf Stunden darnach nach dem Durchgange des Monds durch die untere Hälfte des Mittagskreises eintritt. Dieser Umstand, der aus der Betrachtung der Gravitation so leicht folgt, läst sich nach den Hypothesen des Descartes und Wallis nicht anders, als auf eine sehr gezwungene Art, erklären. Aus Descartes Erklärung folgt eigentlich sogar das Gegentheil.

Jeder Naturforscher muß sich bey Erklärung der Ebbe und Fluth schlechterdings gezwungen finden, den newtonischen Lehren zu folgen, und die Schwere des Wassers gegen den Mond und die Sonne zuzugeben, deren Daseyn sich in diesem Phänomen so augenscheinlich zeigt. Selbst die, welche mit Newtons System nicht überall zufrieden sind, wie z. B. Euler, sehen sich genöthigt, hier mit ihm einzustimmen, weil es ihnen sonst schlechterdings unmöglich fallen würde, über die Ebbe und Fluth etwas befriedigendes zu sagen. Was sie sich unter dieser Schwere denken, wie sie sie nennen, und aus welcher Ursache sie sie herleiten wollen, steht gänzlich bey ihnen — Newton selbst braucht zu seinem System nichts weiter, als daß man ihm ihr Daseyn und ihre Gesetze einräume, woraus sich alle Lehren der physischen Astronomie, und alle Phänomene der Ebbe und Fluth, übereinstimmend mit den Erfahrungen, herleiten lassen.

Newton berechnet (Princ. L. III. prop. 36.), daß die Schwere der Seewasser nach der Sonne sich zu ihrer Schwere nach der Erde, wie 1 zu 12868200 verhalte, und zieht durch Vergleichung mit den Wirkungen der Schwungkraft hieraus den Schluß, daß das Wasser an den Stellen, die unter der Sonne und der Sonne entgegengesetzt stehen, um $23\frac{1}{10}$ par. Zoll höher seyn müsse, als an denen Stellen, welche 90° von der Sonne abstehen. Mac-Laurin setzt durch genauere Berechnung dieses Resultat auf 22,8654 Zoll herab. Die Schwere gegen den Mond findet Newton (prop. 37.) etwa $4\frac{1}{2}$ mal so groß, daß also beyde Kräfte zusammen das Wasser auf $10\frac{1}{2}$ Fuß, und, wenn der Mond in der Erdnähe ist, auf $12\frac{1}{2}$ Fuß erheben könnten. De la Lande setzt die Schwere gegen den Mond nur etwa dreymal so groß, als die gegen die Sonne, welches im Ganzen etwa 8 Fuß Fluth auf dem ofnen Meere betragen würde. Es ist aber hier genug, überhaupt so viel zu wissen, daß diese Kräfte hinreichend sind, die Bewegungen des Meeres zu bewirken, und daß die Wirkung des des Mondes wegen seiner Nähe hiebey weit stärker, als die der Sonne, ist.

Die Gewässer müssen sich also an dem Orte, der den Mond im Scheitel hat, und an dem entgegengesetzten Orte der Erde erheben, an den 90° hievon entfernten Stellen aber erniedrigen. Etwas ähnliches muß auch, doch in geringerm Grade, an denjenigen Orten geschehen, welche ähnliche Lagen gegen die Sonne haben. Verbindet man nun beyde Wirkungen mit einander, so sieht man leicht, daß die Erhebung der Gewässer an einerley Orte sowohl der Größe, als der Zeit nach, beträchtlichen Abwechselungen unterworfen seyn müsse.

In den Syzygien verbinden sich die Wirkungen der Sonne und des Monds zu gleichen Zeiten, und müssen daher stärkere Fluthen, als sonst, veranlassen. In den Quadraturen hingegen wirken beyde Weltkörper einander entgegen, weil sie alsdann um 90° von einander abstehen, daher das Wasstr zu der Zeit, wenn es sich gegen den Mond erhebt, durch die Wirkung der Sonne erniedriget

wird. Hieraus ist klar, daß unter übrigens gleichen Umständen in den Syzygien die stärksten, in den Quadraturen hingegen die schwächsten Fluthen eintreten müssen.

Je näher der Mond der Erde ist, desto größer muß seine Wirkung auf die Ebbe und Fluth seyn; und eben dies gilt von der Sonne. Denn die Schwere des Wassers gegen diese Körper wächst in eben dem Verhältnisse, in welchem das Quadrat ihres Abstands von der Erde abnimmt.

Wenn das Wasser ohne Trägheit wäre, so müste es mit dem Augenblicke der Culmination des Mondes selbst seinen höchsten Stand erreichen. Die Trägheit des Wassers aber verspätiget nicht nur den Zeitpunkt, sondern vermindert auch die Höhe der Ebbe und Fluth. Um dies zu beweisen, setze man inzwischen die Wirkung der Sonne aus den Augen, und nehme die Erde ruhend an. Unter diesen Umständen wird sich das Wasser genau an dem Orte erheben, der den Mond im Zenith hat. Man setze nun, die Erde fange an, sich um ihre Axe zu drehen, so wird das gegen den Mond erhobne träge Wasser wegen der Geschwindigkeit der Umdrehung nicht so schnell ablaufen können, als es gegen Morgen fortgeführt wird; inzwischen wird es doch einigermaßen ablaufen. Hieraus folgt, daß das von der Umdrehung der Erde fortgeführte Wasser auf der Morgenseite des Mondes höher stehen muß, als es ohne diese Umdrehung stehen würde, daß es aber doch nicht so hoch stehen könne, als es, wenn die Erde ruhete, unter dem Monde stehen würde. Die Umdrehung der Erde muß also die Fluth nicht nur verspätigen, sondern auch ihre Höhe vermindern.

Die beständig fortdaurende Bewegung des trägen Wassers combinirt sich mit der Ebbe und Fluth auf eine Art, die sich schwerlich einer sichern Rechnung unterwerfen läst. Es kömmt hiebey auch viel auf die Lage der Orte gegen den Aequator an. De la Caille fand, daß am Vorgebirge der guten Hofnung die hohe Fluth ohngefähr $2\frac{1}{2}$ St. nach dem Durchgange des Monds durch den Mittagskreis ankam, und Maskelyne (Phil. Trans. 1762.)

setzte diesen Zeitraum für die Insel St. Helena auf $2\frac{1}{4}$ St. Und in Ansehung der Küsten, welche weiter abliegen, erfolgt die Fluth noch später, worüber man in den Büchern von der Schiffkunst, ingleichen in der Conoissance des temps eigne Tabellen findet. Man nimmt deshalb, wenn man die Erscheinungen der Ebbe und Fluth durch Rechnungen bestimmen will, statt der Sonne und des Monds, diejenigen Punkte des Himmels an, welche ohngefähr 35° weiter gegen Morgen stehen, als diese Gestirne.

Beym höchsten und niedrigsten Stande steht das Wasser eine kleine Zeit still, weil seiner Trägheit wegen einige Zeit erforderlich ist, um in ihm die neue Bewegung hervorzubringen.

Stünde der Mond allezeit im Aequator, und also 90° von den Polen entfernt, so könnte unter den Polen gar keine Ebbe und Fluth statt finden: also würde auch an den dem Pole nahe liegenden Küsten diese Bewegung nur schwach und unmerklich seyn, zumal da diese Gegenden wegen des Eises und der Stellung der Küsten der Ebbe und Fluth noch besondere Hindernisse entgegensetzen. Nun steht zwar der Mond nicht stets im Aequator, er entfernt sich doch aber auch nie über 28° von demselben; hieraus erklärt sich, warum in der Nähe der Pole und über 65° Breite hinaus die Ebbe und Fluth nicht mehr merklich ist.

Da der Mond täglich einen mit dem Aequator parallelen Tagkreis beschreibt, so werden die Gewässer unter den Polen den ganzen Tag über gleich hoch stehen, weil der Mond in allen Punkten des Tagkreises vom Pole gleich weit absteht. Am folgenden Tage aber, da der Mond einen höhern oder niedrigern Tagkreis beschreibt, werden die Gewässer etwas höher oder niedriger, als am gestrigen Tage, stehen.

Betrachtet man Orte, welche zwischen dem Nordpole und dem Monde liegen, so wird der Mond, wenn er eine nördliche Abweichung hat, bey seinem obern Durchgange durch den Mittagskreis dem Zenith dieser Orte näher kommen, als er beym untern Durchgange ihrem Nadir kömmt. Daher wird unter diesen Umständen die Fluth

beym obern Durchgange des Monds stärker, als die beym untern, seyn. Hat der Mond eine südliche Abweichung, so findet das Gegentheil statt. In den Syzygien des Sommers erfolgt zu Mittag der obere Durchgang des Monds, wenn er nördlich steht, und der untere, wenn er südlich steht; in beyden Fällen ist also die Nachmittagsfluth stärker, als die Morgenfluth. Hieraus erklärt sich sehr leicht die oben angeführte Erscheinung, daß die Fluthen der Syzygien im Sommer des Abends stärker, als des Morgens, sind. Im Winter geschieht, wie man bald übersieht, das Gegentheil.

Kömmt man näher gegen die Pole, so findet man Orte, wo der Mond bey seinem untern Durchgange gerade 90° vom Zenith entfernt ist, wo also statt der einen Erhebung der Gewässer Erniedrigung statt findet, und binnen 24 Stunden nur einmal Ebbe und Fluth erfolgt. Ausführlichere Rechnungen zeigen alle diese Sätze, die hier nur im Allgemeinen angegeben werden können, bestimmter und überzeugender.

Weil die Wirkungen der Sonne und des Monds monatlich nur zweymal, nemlich in den Syzygien, zusammenkommen, so hängt außer diesen Zeitpunkten der Augenblick der hohen Fluth weder vom Monde allein, noch von der Sonne allein, sondern vielmehr von einem zwischen beyden Gestirnen liegenden Punkte ab. Wenn nun der Mond von einer Syzygie zur Quadratur übergeht, so fällt dieser Punkt mehr abendwärts, als der Mond, geht also früher durch den Mittagskreis, und die Fluth tritt etwas früher ein; geht der Mond hingegen von einer Quadratur zur Syzygie, so fällt der erwähnte Punkt vom Monde morgenwärts, geht später durch den Mittagskreis, und die Fluth tritt später ein.

Da alle Wirkungen bey der Ebbe und Fluth durch die Trägheit des Wassers und durch das Beharren in der ihm einmal mitgetheilten Bewegung verzögert werden, so erfolgen daher die höchsten Fluthen auch nicht im Zeitpunkte der Syzygien selbst, sondern erst zwo bis drey Fluthen dar-

nach, und eben dies ist der Fall bey den schwächsten Fluthen in den Quadraturen.

Da die Sonne der Erde im Winter etwas näher steht, als im Sommer, so folgt hieraus, daß unter übrigens gleichen Umständen die Fluthen um die Wintersonnenwende etwas stärker, als um die im Sommer, seyn müssen.

Ich will diesen Erklärungen der Phänomene noch einige Resultate beyfügen, welche sich nicht anders, als mit Hülfe weitläufigerer Rechnungen erweisen lassen. 1) In den Syzygien beträgt der Zeitraum zwischen den hohen Fluthen am ersten und zweyten Tage 24 St. 35 Min., und die Fluth eilt also dem täglichen Umlaufe des Monds (welcher 24 St. 50 Min. beträgt) um 15 Min. vor. 2) In den Quadraturen hingegen beträgt dieser Zeitraum 25 St. 15—40 Min., und die Fluth bleibt gegen den Umlauf des Monds 25—50 Min. zurück, je nachdem der Mond in der Erdferne oder Erdnähe ist. 3) Der Tag, da dieser Zeitraum das Mittel zwischen seinen äußersten Grenzen hält, fällt näher an die Quadraturen, als an die Syzygien. 4) Die Veränderungen in der Höhe der Fluthen sind um die Syzygien und Quadraturen am geringsten, so wie Wachsthum und Abnahme jeder Größe da am geringsten ist, wo sie ein Maximum oder Minimum wird. 5) Die grösten Veränderungen in der Höhe der Fluthen fallen näher an die Quadraturen, als an die Syzygien. 6) Die Höhe der Fluth über das niedrige Wasser, an jedem Orte, ist gleich der grösten Höhe des Wassers, multiplicirt durch das Quadrat des Sinus der Höhe oder Tiefe des Gestirns, wo für das Gestirn der obenerwähnte zwischen Sonne und Mond liegende Punkt zu nehmen ist.

Es ergiebt sich hieraus zur Berechnung der Höhe der Fluth an jedem Orte folgende Regel. Man sucht den Ort der Sonne und des Monds und ihre Abstände von der Erde, und berechnet daraus ihre Abweichungen und ihre Höhen für den gegebnen Ort, nimmt aber dabey den Stundenwinkel um so viel größer, so viel später an den Tagen der Syzygien die hohe Fluth nach der Culmination des Monds erfolgt, z. B. fur St. Helena $2\frac{1}{2}$ St., für Brest

$3\frac{1}{2}$ St., für St., Malo 6 St. für Calais 11 St. größer. Das Quadrat des Sinus dieser gefundenen Höhe in die gröste Wirkung des Monds für den gefundenen Abstand multiplicirt, giebt die Höhe des Wassers über den niedrigsten Stand für die Wirkung des Monds. Eine ähnliche Rechnung für die Sonne, giebt eben diese Höhe für ihre Wirkung. Beyde zusammen geben die wirkliche Höhe.

Die in dieser Rechnung vorkommenden grösten Wirkungen der Sonne und des Monds finden sich aus ihren Abständen von der Erde durch den Satz, daß sich diese Wirkungen verkehrt, wie die Würfel der Abstände verhalten, und bey den mittlern Abständen für die Sonne 2 par. Fuß, für den Mond $2\frac{1}{2}$mal so viel oder 5 Fuß betragen.

Die Höhen des Wassers würden sich überall der Berechnung gemäß finden, wenn das Meer allenthalben gleich tief wäre; allein die Untiefen, Meerengen, Gestalten der Küsten u. s. w. machen hievon sehr beträchtliche Ausnahmen, wie denn die gröste Höhe der Fluth auf der Insel St. Helena, am Vorgebirge der guten Hofnung und an den Philippinischen Inseln nur 3 Fuß, in der Mitte der Südsee nur 1 Fuß, zu St. Malo hingegen auf 45 Fuß, auch wohl noch mehr, beträgt. Alle gegen Osten ofne Meerbusen haben stärkere Fluthen, und in der Mündung des Amazonenflusses spürt man die Ebbe und Fluth bis 100 Meilen von der See.

In Europa ist die Ebbe und Fluth nach den Nachtgleichen stärker, als um den Sommerpunkt. De la Lande (Mém. de Paris 1772.) leitet dieses von mehreren Ursachen her, weil 1) die Süd- und Westwinde alsdann stärker sind, und mehr Wasser herbeyführen, 2) weil die Fluth des Sommerpunkts, wo der höchste Ort des Wassersphäroids weiter gegen Norden fällt, zwischen dem festen Lande von Afrika und Amerika mehr gesperrt wird, und nicht so leicht an unsere Küsten dringen kan, als die um die Nachtgleichen, 3) weil die zwo Fluthen in den Sonnenwenden sehr ungleich sind, und sich daher zum Theil einander aufheben, dagegen die zwo täglichen Fluthen um

die Nachtgleichen ohngefähr gleich sind, und daher ihre völlige Wirkung merklich wird.

Man hat den Vertheidigern des Newtonischen Systems den Einwurf gemacht, die Anziehung des Mondes müsse, wenn sie die Ursache der Ebbe und Fluth wäre, in den kleinen Meeren eben sowohl statt finden, als in den großen, da doch die Erfahrung lehret, daß sie im caspischen Meere kaum merklich, im mittelländischen und baltischen sehr schwach ist. Es läßt sich aber erweisen, daß in einem eingeschlossenen Meere die völlige Ebbe und Fluth zu der im ofnen Meere erfolgenden sich verhalte, wie die Länge des eingeschlossenen Meeres von Morgen nach Abend zum Halbmesser der Erde, daß sie überdies auch noch mehr abnehme, wenn die Polhöhe zunimmt. Auch muß in einem enge begrenzten Meere das Wasser, wenn es sich gegen ein Ufer erhebt, sich am entgegengesetzten Ufer vertiefen.

Besondere Einschränkungen, welche das allgemeine Gesetz der Ebbe und Fluth an einzelnen Orten leidet, erklären sich mehrentheils aus der Lage der Meere und der Ufer. Dahin gehört, was **Newton** (prop. 24.) von dem Seehafen **Batsham** in Tunquin sagt, wohin die Fluth durch zwo Meerengen, durch eine früher, als durch die andere, dringt, und dadurch binnen 24 Stunden nur einmal Fluth und einmal Ebbe veranlasset.

*Brisson* Dict. raisonné de physique, art. *Flux et Reflux.*

de la **Lande** astronomisches Handbuch, Leipzig 1775. gr. 8. §. 1074 u. f.

**Eccentricität,** Eccentricitas, *Eccentricité.* Die Entfernung des Mittelpunkts einer elliptischen Planetenbahn vom Brennpunkte; die Linie CS (Taf. I. Fig. 17.), wo C der Mittelpunkt der Ellipse AEPDM, S der Brennpunkt derselben ist.

Die Alten ließen die Planeten in Kreisen um die Erde laufen, doch setzten sie die Erde außer dem Mittelpunkt derselben, und so war bey ihnen die Eccentricität der Bahn diejenige Linie, um welche die Erde vom Mittelpunkte der Bahn abstand. Copernikus wies der Sonne

den Platz an, den die Erde vorher behauptet hatte, behielt aber die eccentrischen Kreise bey, und verstand also unter Eccentricität den Abstand der Sonne von dem Mittelpunkte der kreisförmigen Bahn. Kepler entdeckte endlich die elliptische Gestalt der Bahnen, und fand, daß die Sonne in dem einen Brennpunkte dieser Ellipsen stehe. Seit dieser Zeit heißt nun Eccentricität der Bahn so viel als Abstand der Sonne oder des einen Brennpunkts S vom Mittelpunkte C.

Da in einer Ellipse beyde Brennpunkte, S und L, vom Mittelpunkte C gleich weit abstehen, so ist ihre Entfernung von einander SL = 2CS oder der doppelten Eccentricität gleich. Es ist aber SL auch gleich AS — AL oder AS—PS, d. i. dem Unterschiede zwischen der Sonnenferne und Sonnennähe; daher die Eccentricität dem halben Unterschiede der Sonnenferne und Sonnennähe gleich ist. Die halbe Summe von AS und PS aber macht die halbe große Axe AC, oder den mittlern Abstand des Planeten von der Sonne aus.

Die Eccentricität der Bahn der Erde um die Sonne wird aus dem Verhältnisse der Sonnenferne zur Sonnennähe, oder des grösten Durchmessers der Sonne zum kleinsten (32′ 36″ : 31′ 31″) geschlossen. Da sich der halbe Unterschied dieser beyden Größen zu ihrer halben Summe, wie 1′ 5″ : 64′ 7″ = 65 : 3847 = 1689 : 100000 verhält, so ist dies auch das Verhältniß von CS zu AC in der Erdbahn. De la Lande setzt es 16802 : 1000000.

Die Eccentricitäten der übrigen Planetenbahnen werden aus den Beobachtungen der Planeten durch Methoden gefunden, deren Erklärung in die Sternkunde gehört. Man kan sie entweder alle mit dem mittlern Abstande der Erde von der Sonne, oder man kan eine jede von ihnen mit dem mittlern Abstande des Planeten, dem sie zugehört, vergleichen. Auf beyde Art wird man sie in der Tabelle angegeben finden, die ich dem Artikel: Weltsystem, beyfügen werde. Die Eccentricität des Merkurs z. B. ist 0,07960, wenn der mittlere Abstand der Erde von der Sonne = 1 gesetzt wird; hingegen ist sie = 0,20536,

wenn man den mittlern Abstand des Merkurs von der Sonne = 1 annimmt.

Je größer die Eccentricität in Vergleichung mit der halben großen Axe ihrer Ellipse ist, desto eccentrischer ist diese Ellipse, d. h. desto mehr weicht sie von der Cirkelgestalt ab. Unter den Bahnen der Planeten ist die des Merkurs am meisten, und die der Venus am wenigsten eccentrisch.

Die Eccentricität gehört unter die Data, welche zu Bestimmung des Laufes von jedem Planeten wesentlich nothwendig sind, s. **Elemente der Planetenbahnen.**

**Echo, Wiederhall**, Echo, *Echo*. Ein zurückgeworfener und dadurch zum zweytenmale, oder noch mehreremal gehörter Schall. Man setze, daß jemand gegen einen erhabnen Gegenstand, z. B. gegen einen Felsen, eine Mauer u. dgl. rufe, und daß ein Theil dieses Gegenstands gegen die Richtung der Stimme senkrecht gekehrt, und seiner Natur nach zur Zurückwerfung des Schalls geschickt sey, so wird der Schall zu dem Ohre des Rufenden zurückkehren, und ihn seine eigne Stimme zum zweytenmale hören lassen. Giebt es mehrere ähnlich gestellte Gegenstände in verschiedenen Entfernungen von dem Rufenden, so wird jeder derselben den Schall zurückwerfen, und diese zurückkehrenden Stimmen werden wegen der Verschiedenheit der Entfernungen zu verschiedenen Zeiten zum Ohre gelangen, wodurch mehrere Wiederholungen des gerufenen Worts gehört werden. Dies heißt ein **vielfaches Echo.** Ist der Gegenstand nicht senkrecht gegen die Richtung des Schalles gekehrt, so wird dieser an einen dritten Ort zurückgeworfen, an welchem man zuerst den Schall selbst, und dann das Echo höret.

Zu Hervorbringung eines Echo ist wohl das bloße Zurückwerfen der schallenden Lufttheilchen allein nicht hinreichend, weil sonst jede Oberfläche eines festen und harten Körpers den Schall verdoppeln müste, welches doch der Erfahrung widerspricht. Es scheint vielmehr hiezu eine Art von hohler Wölbung des zurückwerfenden Körpers zu

gehören, welche mehrere divergirende Linien des Schalles wieder zusammenlenkt, und an dem Orte, wo das Echo hörbar seyn soll, vereiniget, oder sie wenigstens parallel aussendet, ohne den Schall weiter zu schwächen, so wie die Hohlspiegel divergirende Lichtstralen in ihrem Brennraume vereinigen, oder bisweilen parallel aussenden. Ferner ist eine gewisse Entfernung des zurückwerfenden Gegenstandes nothwendig, damit das Echo erst eine Zeitlang nach dem Schalle selbst zum Ohre gelange, und von jenem abgesondert empfunden werden könne.

Da der Schall den Versuchen zufolge in einer Secunde 1080 pariser oder 1240 leipziger Fuß zurücklegt, so würde ein Beobachter, welcher 620 leipziger Fuß oder 310 Ellen von dem zurückwerfenden Gegenstande entfernt und in der Nähe des schallenden Körpers stünde, das Echo eine Secunde später, als den Schall, hören. Ein solches Echo wird also von einer aus mehreren Worten bestehenden Rede so viel Worte oder Sylben wiederholen, als nach geendigter Rede in Zeit von einer Secunde gehört werden können. Dies heißt ein vielsylbiges Echo (polysyllabum). Ist der Zuhörer so gestellt, daß der Schall, um zu dem zurückwerfenden Gegenstande und von da bis zum Ohre zu gelangen, 155 Ellen weiter gehen muß, als er unmittelbar vom schallenden Körper bis zum Zuhörer zu gehen hat, so verfließt zwischen dem Hören des Schalles und des Echo nur $\frac{1}{4}$ Secunde Zeit. Ist dieser Zeitraum noch kürzer, so kan binnen demselben nur eine Sylbe gehört werden, und das Echo wiederholt nur einzelne Sylben, ist ein einsylbiges Echo (monosyllabum).

Auch das geübteste Ohr kan in einer Secunde nicht mehr als neun auf einander folgende Töne oder Laute deutlich unterscheiden. Man kan sich hievon versichern, wenn ein Tonkünstler im schnellsten Tempo die Violine spielt. Die Töne fließen in einander, und werden nicht mehr deutlich unterschieden, wenn deren mehr als neun auf den Zeitraum einer Secunde kommen. Daher wird zum einsylbigen Echo aufs wenigste ein Zeitintervall von $\frac{1}{9}$ Secunde, oder ein Ueberschuß von 69 Ellen erfordert, um welchen

der Weg des zurückgeworfenen Schalles länger, als der gerade Weg vom schallenden Körper bis zum Zuhörer, seyn muß. Wird der Schall wieder in seine vorige Richtung zurückgeworfen, und steht der Zuhörer beym schallenden Körper selbst, oder ruft er selbst, so muß die Entfernung des zurückwerfenden Gegenstands wenigstens 35 Ellen seyn, damit durch den Hin- und Hergang des Schalles der Weg von 69 Ellen herauskomme, der in $\frac{1}{9}$ Sec. Zeit durchlaufen wird. Der P. Mersenne erfordert eine Entfernung von 69 pariser Fuß.

Man sieht hieraus leicht, warum gewölbte Gebäude, Säle, Gänge u. dgl. so stark wiederschallen, ohne doch ein deutliches Echo zu verursachen. Die Mauern sind zum Theil zu nahe, und zum Theil machen sie eine ununterbrochene Reihe von verschiedentlich entfernten Flächen aus, und das Ohr kan weder den ursprünglichen Schall vom ersten Echo, noch die vielen unmittelbar in einander fließenden Wiederlaute von einander selbst unterscheiden.

Stehen hingegen mehrere einzelne zurückwerfende Flächen in verschiedenen Entfernungen, so kan jede derselben ein eignes Echo veranlassen, und es kan aus allen zusammen ein vielfaches Echo entstehen, in welchem jedoch die ersten Wiederholungen gewöhnlich stärker, als die letztern, seyn werden, weil der Schall durch einen weitern Fortgang in der Luft geschwächt wird. Doch können auch unter den folgenden Wiederholungen stärkere vorkommen, wenn die Flächen, von denen sie kommen, mehr Schalllinien auffassen und zurückbringen, als die nähern Flächen.

Da der Schall nach eben den Gesetzen zurückgeworfen wird, nach welchen das Licht zurückprallet, und auf denen die Katoptrik beruht, so nennen einige die Lehre vom Echo **Katoptrik des Schalls**, besser **Kataphonik** oder **Katakustik**. Der Ort des schallenden Körpers wird der **phonische**, und der zurückwerfende Ort oder Gegenstand der **phonokamptische Mittelpunkt** genannt.

Alle feste Körper von beträchtlichen Oberflächen, wie Mauern, Wälle und Festungswerke, dichte Wälder, Häuser, Berge, Felsen, hohe Ufer, können ein Echo veranlassen. Eben so die Höhlen in den Bergen, und die Wolken. Daher kömmt das Brüllen des Donners, s. Donner.

Dennoch ist die Theorie der Zurückwerfung für den Schall bey weitem noch nicht so ausgearbeitet und zuverläßig, als für das Licht. Die Erfahrung lehrt, daß oft das Echo an Orten außenbleibt, wo man es der Regel nach hören sollte, und an andern, wo man es nicht erwartet hätte, statt findet. Die Ursache liegt wohl darinn, daß man die nöthige Beschaffenheit der zurückwerfenden Flächen beym Lichte besser, als beym Schalle, kennet. Beym Lichte ist die Glätte eine nothwendige Eigenschaft der Spiegelfläche, die ein Bild machen soll: beym Schalle scheint dies nicht der Fall zu seyn; denn sehr oft findet man das schönste Echo in den rauhesten und unebensten Wildnissen, wo an glatte Flächen nicht zu denken ist. Im Ganzen kan man zwar die Aehnlichkeit der Gesetze, nach welchen Licht und Schall zurückgeworfen werden, nicht verkennen; allein sie kan schon darum nicht ohne Einschränkung gelten, weil sich der Fortgang des Schalls nicht mit solcher Evidenz auf gerade Linien zurückführen läst, wie der Fortgang des Lichts.

Unter dem Worte **Echo** wird sehr oft auch der Ort verstanden, wo sich ein wiederholter Schall hören läst. Man findet solche Orte häufig, und ich will hier nur einiger besonders ausgezeichneten gedenken.

Gassendi führt in seinen Anmerkungen über das zehnte Buch des Diogenes Laertius an, daß Boissard bey dem Grabmale der Metella, Gemahlin des Crassus, den ersten Vers der Aeneide: Arma virumque etc. achtmal wiederschallen gehört habe. So gedenkt Caspar Barth in den Noten zu der Thebaide des Statius (L. XI. v. 30.) eines Echo bey Coblenz am Ufer des Rheins, welches ein Wort siebzehnmal wiederhole, und sonst viel ähnliches mit dem zu Genetay bey Rouen hat, das in den Schriften der pariser Akademie vom Jahre 1692 beschrieben wird. An

beyden Orden nemlich hört der Sänger nur seine eigne Stimme, der Hörer nur das Echo, aber mit großen Veränderungen, indem es bald nahe, bald fern, bald deutlich, bald gar nicht, von einem nur wie eine Stimme, von andern wie viele, von einem zur Rechten, vom andern zur linken, gehört wird. Der P. Quesnet erkläret a. a. O. alle diese Erscheinungen ziemlich glücklich aus der halbcirkelförmigen Gestalt des Hofes vor dem Lusthause zu Genetay, und aus der Bewegung des Sängers, der im Singen gegen den Eingang des Hofs fortgehen muß. Von dem Schlosse Simonetta erzählen Kircher und Schott, daß es mit parallelen hohen Mauern umgeben sey, welche ein vielfaches Echo veranlassen, das ein einsylbiges Wort aus einem gewissen Fenster gerufen auf vierzigmal wiederhole. Das Echo bey Verdun (Mém. de Paris. 1710.) kömmt von zween großen, 26 Toisen von einander abstehenden Thürmen, die durch ein Hauptgebäude getrennt sind, her. In dem einen ist ein gewölbtes Gemach, in dem andern ist der Vorhof gewölbt. Diese Wölbungen wirken auf den Schall, wie zween Spiegel auf das Licht; es sendet immer eine der andern den Schall zu wiederholten malen zu. Spricht man also auf der geraden Linie zwischen beyden Thürmen ein lautes Wort, so hört man es 12—13mal in gleichen Zwischenzeiten, doch immer schwächer, wieder. Entfernt man sich von der geraden Linie, so hört man keine Wiederholung, kömmt man zwischen den einen Thurm und das Hauptgebäude, so hört man nur eine einzige.

Ein tonisches Echo heißt dasjenige, welches nur von einem gewissen musikalischen Tone wiederhallt. Diese Art des Echo scheint eine Wirkung der Resonanz zu seyn, s. Resonanz.

*Brisson* Dict. de physique, art. *Echo.*

**Edelerde,** Terra nobilis, *Terre de Diamant.* Mit diesem Namen hat Bergmann (Comment. de tubo ferruminatorio, §. 8. und Anl. zu Vorlesungen über die Chymie, Stockh. u. Leipz. 1779. 8.) eine eigne Erde belegt,

die nach ihm den Grundstoff einiger Edelsteine und vorzüglich des Diamants ausmacht. Sie unterscheidet sich von der Kieselerde dadurch, daß sie sich nicht in der Flußspathsäure auflösen, auf dem trocknen Wege auch nicht mit dem mineralischen Alkali (Sodasalze) verbinden, wohl aber in Borax und Phosphorsäure auflösen, und in ofnem Feuer verflüchtigen oder verbrennen läßt, s. Diamant.

Leonhardi in Macquer chym. Wörterb. Art. Edelerde.

**Edelsteine**, Gemmae, *Pierres precieuses*. Sehr harte, mit dem Stahle Feuer schlagende, glänzende, durchsichtige Steine, von verschiedenen Farben, denen man ihres Glanzes, ihrer Härte und Seltenheit wegen einen besondern Werth beygelegt hat. Sie finden sich mehrentheils in einer regelmäßigen bestimmten Gestalt, schließen auch bisweilen fremde Körper in sich, daher man ihre Entstehung von einer Krystallisation herleitet. Ihre Farbe scheint von einer metallischen Beymischung herzurühren. Die Grunderde der meisten Edelsteine ist die Kieselerde, in einigen mit etwas Thon- oder Kalcherde vermischt; in andern, vorzüglich im Diamant, hat Bergmann einen eignen Grundstoff gefunden, dem er den Namen der Edelerde beylegt, s. Edelerde. Fast alle diese Steine werden durchs Reiben und durch die Wärme elektrisch, und ziehen alsdann leichte Körper an.

Die Namen der vornehmsten Edelsteine sind der Diamant, Topas, Amethyst, Rubin, Granat, Smaragd. Hyacinth, Saphir, Beryll, Chrysolith, Peridot. Vom Diamant ist in einem eignen Artikel gehandlet worden.

Der Topas, Topazius, *Topase*, ist gelb und hart, mehrentheils sechseckigt; die hellgelben sächsischen Topase aber sind prismatisch, von vier ungleichen Seiten mit abgestumpften Ecken. Die specifische Schwere des orientalischen Topases ist 4,0106mal größer, als die des Wassers.

Der Amethyst, Amethystus, *Amethyste*, ist violet, und findet sich oft in großen Stücken von vermischten Farben. Seine specifische Schwere ist 2,6535.

Der Rubin, Rubinus, *Rubis*; ist roth und sehr hart; wird an Werthe gleich nach dem Diamant gesetzt, und findet sich achteckigt, auch in abgerundeten Stücken. Die orientalischen Rubinen sind scharlachroth, die blassen heißen Ballas (*rubis balais*), die gelblichen Rubicell, die dunkelrothen Spinell. Die specifische Schwere der besten orientalischen ist 4,2833.

Der Granat, Granatus, *Grenat*, ist dunkelroth und sehr eisenhaltig, und wird in eckigten Gestalten von 4 bis zu 24 Seiten gefunden. Seine specifische Schwere ist 4,1888.

Der Smaragd, Smaragdus, *Emeraude*, ist grün und hart, wird in eckigten, oft auch in runden und platten Gestalten gefunden, und seine Schwere ist 2,7755.

Der Hyacinth, Hyacinthus, *Hyacinthe*, ist rothgelb, oft auch citrongelb oder braungelb, und nicht ganz durchsichtig, daher auch sein Werth nicht groß ist. Die specifische Schwere ist, 3,6873.

Der Saphir, Sapphyrus, *Saphir*, hat die Farbe der blauen Kornblume, bisweilen sehr blaß, ist sehr hart, verliert aber im Feuer seine Farbe. Die specifische Schwere der blauen orientalischen ist 3,9941.

Der Beryll oder Aquamarin, Beryllus, *Aigue-marine*, ist blaugrün oder meergrün, verliert aber die Farbe im Feuer. Seine specifische Schwere ist 2,7229.

Der Chrysolith, Chrysolithus, *Chrysolite*, hat unter allen die geringste Härte, und eine goldgrüne Farbe, die er in mäßigem Feuer verliert. Seine Schwere ist 2,7821. Der Peridot oder Chrysopras ist etwas blässer und sehr weich, und wird von vielen für eine Abänderung des Chrysoliths gehalten.

Der orientalische Rubin widersteht dem Feuer, ohne darinn etwas an Glanz, Gestalt, Farbe oder Gewicht zu verlieren. Auch der Saphir, Topas, Smaragd und Chrysolith schmelzen nicht, aber der Saphir und Chrysolith verlieren im Feuer leicht ihre Farbe. Die übrigen Edelsteine schmelzen, und verlieren dadurch ihre Farben, bis auf den Granat, bey welchem sie dadurch noch dunkler wird.

Eigenschaften, verborgne, s. Qualitäten.

Eigenthümliche Schwere, eigne Schwere, s. Schwere, specifische.

**Einfallender Stral**, Radius incidens, *Rayon incident*, heißt bey den Erklärungen der Brechung und Zurückwerfung des Lichts derjenige Lichtstral, welcher auf eine brechende oder zurückwerfende Fläche fällt, wie SC (Taf. I. Fig. 13.) und AG (Taf. IV. Fig. 62.).

**Einfallsloth**, Neigungsloth, Cathetus incidentiae, *Axe d' incidence*. Eine auf der brechenden oder zurückwerfenden Fläche BCDE (Taf. I. Fig. 13.) lothrecht stehende Linie RCH, durch den Einfallspunkt C gezogen.

Wenn die Fläche sphärisch, oder ein Stück einer Kugelfläche ist, so geht das Einfallsloth jederzeit durch den Mittelpunkt der Kugel, weil alle auf die Tangentialflächen der Kugel lothrecht stehende Linien den Mittelpunkt treffen.

Einige katoptrische Schriftsteller verstehen unter dem Worte Cathetus incidentiae bey der Zurückwerfung dasjenige Loth, welches aus dem stralenden Punkte auf die zurückwerfende Fläche oder deren Verlängerung gefällt werden kan, wie ACI (Taf. IV. Fig. 62.). Es ist aber zu Verhütung eines Mißverständnisses besser, bey jener Bedeutung des Worts zu bleiben, welche der Brechung und Zurückwerfung gemeinschaftlich ist.

**Einfallspunkt**, Punctum incidentiae, *Point d' incidence*. Der Punkt, in welchem der einfallende Stral die brechende oder zurückwerfende Fläche trift, wie C (Taf. I. Fig. 13.) und G (Taf. IV. Fig. 62.).

**Einfallssinus**, Sinus anguli incidentiae, *Sinus de l' angle d' incidence*. So nennt man bisweilen der Kürze halber den Sinus des Einfallswinkels SCR (Taf. I. Fig. 13.), welcher bey der Brechung durch einerley Mittel mit dem Sinus des Brechungswinkels KCH in einem beständigen Verhältnisse steht, s. Brechung der Lichtstralen.

**Einfallswinkel**, Angulus incidentiae, *Angle d'incidence*. Der Winkel SCR (Taf. I. Fig. 13 ingleichen Taf. IV. Fig. 71.), welchen bey der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstralen der einfallende Stral SC mit dem Einfallslothe RC macht. Ich folge hier dem Sprachgebrauche der meisten und besten Schriftsteller, unter andern Newtons (Opt. L. I. Def. 4.). Manche nennen ihn auch den Neigungswinkel.

Einige optische Schriftsteller verstehen unter den Worten Einfallswinkel und Neigungswinkel das Complement des vorigen, oder den Winkel SCA, den der einfallende Stral mit der brechenden oder zurückwerfenden Fläche selbst macht. Ich könnte auch Schriften anführen, in welchen beyde Worte bald in der einen, bald in der andern Bedeutung genommen werden. Diese Sorglosigkeit kan doch wenigstens Anfänger verwirren. Man sollte daher unter Einfallswinkel jederzeit SCR verstehen, und SCA den Winkel des einfallenden Strals mit der Fläche DA nennen.

**Einklang**, Unisonus, Toni unisoni, *Unison*. Das Zusammenschallen zweener gleichen Töne, die in gleichen Zeiten gleich viele Schwingungen machen, oder deren keiner höher oder tiefer, als der andere, ist.

Der Einklang entsteht also, wenn zween schallende Körper zu gleicher Zeit einerley Ton angeben. Dies geschieht z. B., wenn zwo Saiten von einerley Materie gleich lang, gleich dick, und gleich stark gespannt sind; oder, wenn das, was etwa an der Länge oder Dicke der Gleichheit abgeht, durch die Spannung ersetzt wird, d. h. überhaupt, wenn sie gleich gestimmt sind.

Wenn dabey gleich die Anzahl der Schwingungen übereintrift, so unterscheidet das Ohr doch noch andere Eigenschaften, z. B. Stärke und Schwäche, Härte und Weiche der Töne. Wenn gleich eine Glocke und eine Violine zu gleicher Zeit einerley Ton angeben, so wird dennoch das Ohr beyde Töne wohl unterscheiden.

Wenn von zween gleich gestimmten Körpern der eine seinen Ton angiebt, so schallt der andere von selbst mit, s. Resonanz.

**Eintritt,** Immersio, *Immersion.* So heißt in der Sternkunde der Augenblick, in welchem bey Verfinsterungen oder Bedeckungen ein Gestirn von dem Schatten oder von dem Rande des bedeckenden Körpers zuerst erreicht wird. Der Augenblick, in welchem bey totalen Verfinsterungen ein Gestirn, von dem vorher noch ein Theil sichtbar war, gänzlich verschwindet, heißt das Ende des Eintritts oder der gänzliche Eintritt (immersio totalis).

Bey Durchgängen der Venus und des Merkurs durch die Sonnenscheibe heißt Anfang des Eintritts der Augenblick, in welchem der vorangehende Rand des Planeten den Sonnenrand von außen berührt; Ende des Eintritts oder gänzlicher Eintritt der, in welchem der nachfolgende Rand den Sonnenrand von innen berühret, oder der Planet sich zuerst ganz in der Sonnenscheibe zeigt, s. **Finsternisse, Bedeckungen, Durchgänge.**

**Eis,** Glacies, *Glace.* Ein fester Körper, in den sich das Wasser verwandlet, wenn es einem bestimmten Grade der Kälte ausgesetzt wird; ein gefrornes Wasser. Zwar gehen die meisten flüßigen Materien bey einem bestimmten Grade der Temperatur in einen festen Zustand über, in welchem man sie Eis nennen könnte; es wird aber doch der Name Eis eigentlich nur von demjenigen festen Körper gebraucht, in den sich das Wasser verwandlet, s. Gefrierung.

Da das Eis wieder Wasser wird, wenn die Kälte nachläst, oder die Temperatur wärmer ist, als zu Entstehung und Unterhaltung des festen Zustands nöthig wäre, so sieht man wohl, daß das Eis kein anderer Körper, als das Wasser selbst, sey. Die Flüßigkeit und Festigkeit sind also nur verschiedene Zustände eines und ebendesselben Körpers, der im flüßigen Zustande Wasser, im festen Eis heißt.

Die Phänomene der Entstehung und Zerschmelzung des Eises und die Eigenschaften desselben hat Herr von Mairan (Diss. sur la glace, à Paris 1735. 8, und stark vermehrt 1749. 8. Des Hrn. v. Mairan Abhandlung von dem Eise, aus d. Französ. Leipzig 1752. 8.) mit der grösten Aufmerksamkeit untersucht und beschrieben. Ich werde hier aus diesem Werke zuerst die Phänomene der Entstehung, dann die Eigenschaften des vollkommen gebildeten Eises, drittens die Erscheinungen des Zerschmelzens, und viertens die Entstehung und Eigenschaften des durch Salze bereiteten künstlichen Eises anführen.

Um die Entstehung des Eises genau zu beobachten, muß man Wasser in großen Gefäßen von dünnem Glase einer zur Gefrierung hinreichenden Kälte aussetzen. Diese Kälte aber muß auch nicht allzuheftig seyn, damit das Gefrieren nicht zu plötzlich geschehe, und man die Phänomene genauer beobachten könne.

Man bemerkt hiebey anfänglich ein sehr dünnes Eisblättchen auf der die Luft berührenden Oberfläche des Wassers. Hierauf bilden sich Eisfäden, welche aus den Wänden des Gefäßes hervorzugehen scheinen, und mit diesen Wänden verschiedene spitzige und stumpfe, sehr selten rechte Winkel machen. An diese ersten Fäden hängen sich andere unter eben so verschiedenen Winkeln, an diese wieder neue u. s. f. Alle diese Fäden vervielfältigen sich, und bilden endlich Eisblätter, welche an Anzahl und Stärke zunehmen, und zuletzt durch ihre Verbindung eine einzige feste Masse ausmachen. Dies alles erfolgt desto schneller und plötzlicher, je stärker die Kälte ist.

Während der Entstehung des Eises gehen Luftblasen in sehr großer Menge aus den Zwischenräumen des Wassers hervor; sie sind desto kleiner und zahlreicher, je langsamer das Wasser gefriert. Diese kleinen Luftblasen sammlen sich nach der Seite zu, wo das Gefrieren später erfolgt, weil sie daselbst weniger Zusammendrückung leiden, und bilden oft große Blasen, die bisweilen 2—3 Linien im Durchmesser haben. Sie sind gewöhnlich viel größer in der Mitte und an der Axe des Gefäßes, als am Rande und an

der Oberfläche. Wenn das Wasser langsam gefriert, so hat ein großer Theil dieser Luftblasen Zeit herauszugehen; bey einem plötzlichen Froste aber wird der Ausgang zu schnell versperrt, und es bleiben die meisten derselben im Eise zurück. Es entstehen auch immer mehr Luftblasen, je mehr das Gefrieren zunimmt; diese sammlen sich bisweilen, nachdem die obere Eisrinde schon gebildet ist, sprengen diese Rinde entzwey, und machen, daß das Eis Risse nach mancherley Richtungen bekömmt. Eben dieser Druck der eingeschloßnen elastischen Luft macht gewöhnlich die Oberfläche des Eises in der Mitte erhabner, als am Rande, wenn es nicht aufgesprungen ist.

Diese Luftblasen und Risse, welche unter so sehr verschiedner Größe im Eise, besonders im plötzlich gefrornen, zurückbleiben, benehmen der ganzen Masse ihre Durchsichtigkeit, obgleich dünne Stückchen Eis mehrentheils durchsichtig sind. Auch ist ein langsam entstandenes Eis an der Oberfläche bis auf einige Linien Tiefe fast immer durchsichtig, und verliert diese Eigenschaft erst an den Stellen, wo sich die Luftblasen mehr häufen. Man erhält nach Mairan u. a. ein gleichförmigeres und durchsichtigeres Eis, wenn man das Wasser vor dem Gefrieren von der darinn befindlichen Luft reiniget, welches entweder durch Kochen, oder mit der Luftpumpe geschehen kan, ob man gleich bey aller Sorgfalt nie im Stande ist, ein Eis ohne alle Blasen hervorzubringen. Hr. Lichtenberg hingegen (Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. §. 426.) führt an, er habe am 30 Dec. 1783, bey einer großen Kälte, Wasser, das sowohl durch Kochen als Auspumpen von Luft so weit gereiniget worden, als ihm mit einem sehr guten Instrumente möglich gewesen, im Vacuo frieren lassen, dabey aber statt eines durchsichtigen Eises fast einen bloßen Schaum erhalten, ja es sey die ganze Masse durch eine große Blase von einer Seite des Gefäßes bis zur andern getheilt gewesen.

Indem das Wasser dem Gefrieren nahe kömmt, besonders aber im Augenblicke des Gefrierens selbst und noch eine Zeitlang nach demselben, nimmt sein Volumen be-

trächtlich zu. Wenn man Wasser in einer langen Röhre dem Froste aussetzet, und den Punkt bemerkt, bis an den seine Oberfläche reicht, so sieht man deutlich, daß sich das Wasser anfänglich durch die Kälte zusammenzieht, nahe beym Punkte des Gefrierens aber eine kleine Zeit still steht, und dann, indem es zu Eis wird, sich sehr schnell und stark ausdehnet. Diese Ausdehnung des Wassers beym Gefrieren erklärt sehr leicht, warum die Gefäße zerspringen, worinn Wasser plötzlich gefriert, besonders, wenn sie enge Oeffnungen haben, und nicht stark genug sind, der Ausbreitung des Eises zu widerstehen. Aus eben dieser Ursache hebt der Frost bisweilen Schwellen und Pflaster in die Höhe, zersprengt oft mit einem heftigen Knalle Steine, Bäume, und die Röhren der Wasserleitungen, die man daher sorgfältig vor dem Froste bewahren, oder bey strenger Kälte ausleeren muß.

Die Gewalt, mit welcher das entstehende Eis auf die Zersprengung der Körper wirkt, die es eingeschlossen halten, ist erstaunenswürdig. Huygens hat hierüber einen berühmt gewordenen Versuch angestellt. Er füllte im Jahre 1667 ein eisernes Rohr, einen Finger dick, mit Wasser, verschloß es sehr genau an beyden Enden, setzte es einem starken Froste aus, und fand es nach zwölf Stunden an zween Orten zersprungen. Also hat in diesem Falle das gefrierende Wasser so viel Kraft, als das entzündete Schießpulver, und allem Ansehen nach weit mehr, als die aufs stärkste zusammengedrückte Luft in den Windbüchsen. Buot (Hist. de l'academ. roy. des Sc. 1670.) hat diesen Versuch mit gleichem Erfolge wiederholet. Noch vollständiger sind die Versuche hierüber von der Akademie del Cimento zu Florenz ausgeführt worden (Tentamina experimentorum natur. captorum in academia del cim. ed. *Petr. van Musschenbroek*, Lugd. Bat. 1731. 4.). Unter vielen Gefäßen von Glas und von verschiedenen Metallen, die meistens Kugeln oder Sphäroide und sehr dick waren, und alle zersprangen, war auch eines von Kupfer, bey welchem Musschenbroek die zu seiner Zersprengung nöthige Kraft auf 27720 Pfund berechnet.

Mairan giebt von dieser Ausdehnung des Wassers beym Gefrieren drey Ursachen an, deren erste die Menge der darinn entstehenden sichtbaren Luftblasen ist. Er glaubt, im flüßigen Wasser sey die Luft in viel feinere Theilchen gesondert, die sich in den Zwischenräumen des Wassers aufhalten könnten, und in diesem Zustande ihrer Elasticität größtentheils beraubt wären; diese sammlen sich nach ihm beym Gefrieren in größere Blasen, welche nicht allein aus den Zwischenräumen des Wassers heraustreten, und dadurch mehr Raum leer lassen, sondern auch wegen ihrer Elasticität das Ganze mehr auseinander treiben. Er führt hiebey einen von ihm wiederholten Versuch des Huygens (Journal des sav. 25 Juillet 1672.) und Boyle (Philos. Trans. no. 62.) an, daß das Wasser durchs Auspumpen gereiniget seine specifische Schwere nicht ändere, daher die große Menge der darinn enthaltenen Luft sein Volumen nicht merklich vergrößern könne. Hr. Lichtenberg (Anm. zu Errlebens Naturl. §. 426.) hält es für unwidersprechlich, daß die im Wasser eingeschloßne Luft einen Antheil an dieser Ausdehnung habe; daß der Luft aber alles hiebey zuzuschreiben sey, ist ihm deswegen zweifelhaft, weil bey seinem Versuche am 30 Dec. 1783 das so sorgfältig von Luft gereinigte Wasser beym Gefrieren im Vacuo dennoch das Gefäß zersprengte, und einen Schaum voller Blasen bildete.

Die zwote Ursache dieser Ausdehnung findet Mairan in der veränderten Lage der Bestandtheile des Körpers gegen einander, durch das Herausgehen der Luft. Er erklärt in diesem Abschnitte alles mechanisch, und stellt sich die Theile des Wassers als Sphäroide, die Theile der Luft als Stahlfedern vor, die sich im flüßigen Zustande um die Sphäroide winden, beym Gefrieren aber lostrennen, und die Wassertheilchen von einander entfernt halten. Da die Erfahrung hierüber gänzlich schweigt, so heißt dies wohl eher träumen, als erklären.

Die dritte Ursache setzt er in das Bestreben, welches die gefrierenden Wassertheilchen so deutlich zeigen, sich als Fäden unter Nebenwinkeln von 60° und 120° an einander

zu legen. Man kan diese Eigenschaft an den gefrornen Fensterscheiben, und überall, wo Eis in dünnen Blättern entsteht, gar nicht verkennen, wenn man eine nach dem Winkel von 60° ausgeschnittene Pappe auf die Winkel der Eisfiguren legt. Auch in runden Gefäßen machen die entstehenden Eisfäden mit den Wänden der Gefäße eben diesen Winkel. Eis von laugenartigen oder urinösen Materien giebt ihn am beständigsten und deutlichsten. Hiemit scheinen offenbar auch die sechseckigten Schneefiguren in Verbindung zu stehen, s. Schnee. Aus diesem Bestreben nun, welches durch die Erfahrung hinlänglich dargethan ist, folgt eine Ausbreitung oder Anschwellung des gefrierenden Wassers darum, weil längliche Theile oder kleine Fäden, die sich unter irgend einem Winkel an einander hängen, nothwendig Ausdehnung nach der Gegend, nach welcher ein Schenkel dieses Winkels vom andern ab liegt, verursachen müssen. Diese Ursache hält Mairan für die stärkste unter allen angegebnen, und setzt hinzu, in großen Wassermassen würde sie durch die Nähe der Theilchen an einander sehr eingeschränkt; im Schnee hingegen wirke sie mit voller Freyheit, und sey daher auch der Grund der großen Lockerkeit des Schnees, der oft mehr als 12mal so viel Raum einnimmt, als das Wasser, in das er zerfließt.

Die alte Meinung, daß abgesottenes Wasser eher, als ungekochtes, gefriere, hat sich nach Mariotte's, Perraults und Mairans Versuchen nicht bestätiget. Plinius (Hist. nat. L. XXXI. c. 3.) führt an, daß sich Nero des abgekochten Wassers (decoctum Neronis) bedient habe, um es in einem mit Schnee umlegten Gefäße kälter zu machen, als Wasser sonst gewöhnlich werde, wobey es doch nichts von der vermeinten Schädlichkeit des Schnees an sich genommen habe. Es ist aber hierinn zwischen gekochtem und ungekochtem Wasser gar kein Unterschied.

Eben so falsch ist das alte sehr gemeine Vorurtheil, daß das Eis in den Flüssen auf dem Grunde entstehe, und erst in der Folge unter der Gestalt der großen Schollen, die man **Grundeis** nennt, in die Höhe komme. Es ist

natürlich, daß das Wasser an der Oberfläche, wo es die kältere Luft berührt, am ersten seine Wärme verlieren und sich in Eis verwandlen muß, und die an solchen Eisschollen befindlichen Spuren von Erde und Sand zeigen nicht Entstehung am Boden, sondern am Ufer an. Nollet (Hist. de l' acad. roy. des sc. 1743.) hat sich die Mühe gegeben, dies sehr genau zu untersuchen, weil Hales in seiner Statik der Gewächse dem gemeinen Vorurtheile gefolgt war.

Die stehenden Gewässer gefrieren eher, als die fliessenden; auch gefriert jeder Fluß an den Ufern früher, als in der Mitte, wo der Strom am schnellsten ist.

Dennoch scheint eine vollkommene Ruhe des Wassers und der dasselbe berührenden Körper eine ganz entgegengesetzte Wirkung zu thun, und das Gefrieren zu verhindern, wenn gleich das Wasser weit kälter ist, als sonst zum Gefrieren desselben erfordert wird. Fahrenheit (Phil. Trans. 1724. no. 382.) hat dies zuerst bemerkt. Er setzte eine zur Hälfte mit Wasser gefüllte, übrigens luftleere Kugel am 2 März 1721 einer Kälte aus, welche nach seinem Thermometer 15 Grad (d. i. nach Reaumur 7 Grad unter dem Eispunkte) betrug, und fand es noch am andern Morgen flüßig, obgleich die Kälte auf einerley Grade geblieben war. Er brach nun die Spitze ab, in welche die Kugel beym Zuschmelzen ausgezogen war, und sahe das Wasser augenblicklich mit kleinen Eissplittern vermischt, woraus er anfänglich schloß, der Mangel der Luft habe das Gefrieren verhindert. Bey wiederholten Versuchen aber lehrte ihn ein Zufall, daß vielmehr die Ruhe das Gefrieren hindere, und eine kleine Bewegung hinreichend sey, ein so stark erkältetes Wasser in Eis zu verwandlen. Er stieß mit dem Fuße an, als er eine solche Kugel in der Hand trug, und sogleich war das ganze Wasser mit Eissplittern vermischt. „Hoc casu fortuito, sagt er, edocebar, glaciem in aqua satis frigida agitatione produci posse, „simulque judicii errorem agnoscebam, quod nempe absentiae aëris fluiditatem aquae attribuissem." Er bemerkt, es seyen diese Eissplitter eine Zeitlang mit dem

klaren Wasser vermischt geblieben, und die ganze Masse habe wie ein Anschießen von Salzen ausgesehen; auch habe sein Thermometer, in dieses Gemisch von Eis und Wasser gebracht, allezeit 32 Grad oder den wahren Eispunkt gezeigt, obgleich das Wasser vorher kälter gewesen sey.

Martin Triewald, Maschinendirector des Königs in Schweden, bestätiget eben dieses in einem Briefe an Sloane (Philos. Trans. no. 418.). Er nahm am 15 Dec. 1729 eine lange Flasche mit Wasser, worinn sich Cartesianische Männchen befanden, bey starker Kälte von einem Gestell herab, und fand das Wasser vollkommen flüßig; als er aber mit der Hand auf die Blase über der Oefnung drückte, verwandlete es sich in Zeit von einer Secunde in Eis. Auch Musschenbroek hat diese Versuche mit Wasser in wohl verstopften Flaschen wiederholt, welches die Nacht über einen starken Frost aushielt, sobald er aber den Stöpsel abzog, sich binnen einer Minute mit Eisblättern anfüllete. Mairan führt eine Nachricht von Micheli an, daß das Wasser in stiller Luft eine Kälte von 5 reaumurischen Graden unter dem Eispunkte aushalte, aber bey Berührung der Oberfläche mit einem in Schnee geriebnen eisernen Drathe Eissplitter bilde, wobey ein darinn stehendes Thermometer sogleich bis auf den Eispunkt steige. Mairan selbst hat eine ganze Reihe von Versuchen hierüber angestellt, wobey Wasser, über dessen Oberfläche Baumöl gegossen war, bey einer Kälte von 5 Graden unter dem Eispunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüssel an das Gefäß klopfte, da denn nach 12—15 Schlägen das ganze Wasser mit Eisschiefern vermengt ward, und nach weggenommenem Baumöl sich völlig in Eis verwandlete. Das darein gesenkte Thermometer stieg während dieser Zeit, und die entstandnen Eissplitter, in anderes Wasser geworfen, schwammen auf demselben. Herr Brugmanns zu Gröningen hat sogar gefunden, daß das Wasser, ohne zu gefrieren, zuweilen eine Kälte von — 11,7 Reaumurischen (+ 5, 7 Fahrenheitischen) Graden aushält (s. *van Swinden* Observ. sur le froid rigoureux de

1776. Amst. 1788. gr. 8.). Ein ähnliches Phänomen zeigt sich auch bey geschmolzenem Fette, welches in der Ruhe flüßig bleibt, und bey einiger Bewegung plötzlich gerinnt.

Das entstandene Eis selbst ist, wie man schon aus der Ausdehnung des Wassers beym Gefrieren vermuthen kan, specifisch leichter, als das Wasser; daher auch losgerissene Eisschollen auf dem Wasser schwimmen. Man setzt insgemein das Verhältniß der specifischen Schweren des Wassers und Eises, wie 1000 zu 916, oder wie 9 zu 8; allein es findet sich hiebey viel Verschiedenheit, je nachdem die Luft in größerer oder geringerer Menge aus dem Eise gegangen, und in kleinern oder größern Blasen durch dasselbe vertheilt ist. Mairan und andere nach ihm haben bemerkt, daß selbst nach der Entstehung des Eises sein Volumen noch zunehme, und seine specifische Schwere daher vermindert werde. Er leitet diese zunehmende Ausdehnung von der Vereinigung mehrerer kleiner Luftbläschen zu größeren her, wodurch ihre specifische Elasticität vermehrt werde. Ein Bläschen von 1 Linie Durchmesser wuchs nach seiner Bemerkung in wenigen Tagen zu mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser an. Er erklärt aus dieser zunehmenden Ausdehnung das Krachen, welches man bisweilen auf großen gefrornen Seen oder Teichen hört, wobey das Eis durch den Druck der Theile gegen einander aufspringt und Risse bekömmt, die sich bisweilen sehr weit erstrecken. Er ließ im Jahre 1740 ein Stück Eis, dessen specifische Schwere $\frac{14}{15}$ von der Schwere des Wassers betrug, acht Tage lang im Froste stehen, und fand hierauf die specifische Schwere $\frac{11}{12}$ von der des Wassers, woraus leicht zu berechnen ist, daß sich das Volumen desselben während dieser acht Tage noch um $\frac{1}{78}$ vergrößert hatte.

Die Festigkeit des Eises bey uns ist desto größer, je dichter es ist, und je weniger Luft es in sich hat. Das Eis der kältern Nordländer ist allezeit weit fester und härter, als das unsrige, und läst sich kaum mit dem Hammer zerschlagen. In dem sehr strengen Winter des Jahres 1740 baute man in Petersburg ein Palais von Eise aus der Neva,

welches $52\frac{2}{3}$ Fuß lang, $16\frac{1}{2}$ breit, und 20 Fuß hoch war, ohne daß durch die Last der obern Theile und des Daches, welches gleichfalls von Eis war, das Unterste des Gebäudes im geringsten wäre beschädiget worden. Die Eisblöcke aus dem Flusse wurden mit Fleiß zugehauen, verziert, und nach den Regeln der schönsten Baukunst an einander gesetzt. Vor dem Gebäude standen sechs Canonen von Eis, die auf der Drehbank gemacht waren, mit ihren Lafetten und Rädern ebenfalls von Eis, nebst zween Mörsern, die nach eben den Verhältnissen, wie die gegossenen, gearbeitet waren. Die Canonen hatten die Größe der Sechspfünder, die gewöhnlich mit 3 Pfund Pulver geladen werden. Man lud sie aber nur mit $\frac{1}{4}$ Pfund, und brachte eine Kugel von gestopftem Hanf, bisweilen auch eine eiserne, hinein. Die Kugel durchbohrte ein zween Zoll dickes Bret in der Entfernung von 60 Schritten. Das Eis der Canone konnte nach den gewöhnlichen Verhältnissen nicht viel über 3 bis 4 Zoll dick seyn; demohnerachtet widerstand es der Gewalt einer heftigen Explosion. Olaus Magnus (Hist. de gentibus septentrional. L.II. c. 25.) redet von Bollwerken und Verschanzungen aus Eis als von einer bey den mitternächtlichen Völkern gewöhnlichen Sache. Obgleich das Zeugniß dieses Schriftstellers nicht über alle Einwendungen erhaben ist, so liegt doch hierinn wenigstens nichts unmögliches.

Die Festigkeit des Eises wird dadurch, daß es vom Wasser getragen wird, noch mehr verstärkt. Daher trägt eine Eisrinde von mäßiger Dicke sehr ansehnliche Lasten. Als in dem harten Froste vom Jahre 1683 die königliche Societät zu London die Dicke des Eises in der Themse messen ließ, zu einer Zeit, da man mit Wagen darüber fuhr; ward dieselbe doch nur 11 Zoll gefunden. Es gehört aber hiezu nicht allein die nöthige Dicke, sondern auch ein beträchtlicher Umfang der Eisfläche, und eine gänzliche Abwesenheit aller Risse und Spalten, die das Eis gleichsam in einzelne Schollen zertrennen. Eine Eisfläche von 1 Schuh Dicke kan wohl eine ganze Armee tragen; aber eine einzelne Eisscholle von gleicher Dicke und 70 Quadrat-

toisen Fläche trägt nicht 100 Mann, ohne unterzusinken. Denn rechnet man auf jeden Mann 160 Pfund Gewicht, so ist die ganze Last 16000 Pf.; das Gewicht des von der Eisscholle aus der Stelle getriebnen Wassers aber übertrift das Gewicht der Eisscholle selbst (wenn man die specifischen Schweren des Wassers und Eises, wie 12:11 setzt, und den Cubikschuh Wasser 72 Pfund schwer nimmt) nur um 15120 Pfund. Man muß daher, wenn man auf die Festigkeit des Eises zu Tragung von Lasten rechnen will, von dem ununterbrochnen Fortgange desselben ohne Risse und Spalten versichert seyn.

Die Temperatur des Eises bey seiner Entstehung ist so bestimmt, daß sogar das Wasser, wenn es kälter ist, als dieser bestimmte Grad, im Augenblicke des Gefrierens etwas von seiner Kälte verlieren muß, wie dies durch die oben angeführten Versuche vollkommen bestätiget wird. Diese Temperatur des gefrierenden Wassers ist mit der Temperatur des zergehenden Eises einerley, und wird als ein fester oder unveränderlicher Punkt unter dem Namen des Eispunkts oder Gefrierpunkts bey der Eintheilung der Thermometerscalen zum Grunde gelegt, s. Thermometer.

Wenn aber das Eis einmal entstanden ist, so nimmt es in kälterer Luft, oder überhaupt durch Berührung anderer kältern Körper, sehr leicht größere Grade der Kälte an. Doch zeigt sich hierinn eine große Verschiedenheit, und die Temperaturen des Eises und der Atmosphäre ändern sich nicht allezeit übereinstimmend.

Das Eis ist gewöhnlich weniger durchsichtig und weißlicher, als das Wasser. Beydes kömmt wohl von den darinn enthaltenen Luftblasen und kleinen Rissen her, die man durch das Vergrößerungsglas häufig bemerkt, und welche die Menge der Reflexionen und Brechungen des Lichts vermehren. Die äußere Rinde des Eises ist, vielleicht wegen der ungleichen Lage ihrer Theile, welche hier ihre Stellung beym Gefrieren mit der grösten Freyheit ändern können, am undurchsichtigsten. Das Innere ist durchsichtiger und von lebhafterm Glanze.

In Grönland und den meisten nordischen Meeren hat das Eis eine bläulichgrüne Farbe, und sieht, von unten auf durch das Wasser betrachtet, grün aus.

Das Eis bricht die Lichtstralen um etwas geringes weniger, als das Wasser; linsenförmige Stücken von reinem dichten Eise, die man in einem Gefäße von dieser Gestalt hat gefrieren lassen, und deren Oberfläche man mit ein wenig laulichem Wasser polirt, lassen genug Sonnenlicht durch, um alle Wirkungen eines Brennglases zu thun.

Obgleich das Eis ein fester Körper ist, so dünstet es doch noch stärker aus, als das Wasser selbst. Um sich hievon zu überzeugen, darf man nur einige scharfe und spitzige Stücken Eis an die Luft setzen, und man wird, selbst bey der grösten Kälte, ihre Spitzen und scharfen Kanten bald abgestumpft, und ihr Gewicht vermindert finden. Mairan fand im Jahre 1716, daß ein Stück Eis, dem Nordwinde ausgesetzt, binnen 24 Stunden den fünften Theil seines Gewichts verlohren hatte. Gauteron, ein Arzt in Montpellier (Mém. de l'acad. de Paris. 1709. p. 451. sq.), setzte am 12 Dec. 1708 eine Unze Wasser dem Froste aus, und fand das Eis am andern Morgen um 24 Gran leichter. Ein andermal verlohr eine Unze sehr dichtes Eis in 24 Stunden über 100 Gran von ihrem Gewichte, welches fast den vierten Theil desselben beträgt. Er setzt hinzu, bey großem Frost und Winde sey diese Ausdünstung größer, als bey stillem Wetter und geringerer Kälte. Was den Wind betrift, so befördert dieser die Ausdünstung allezeit; in Absicht auf die Kälte aber ist nach Wallerius nur im Augenblicke der Entstehung des Eises die Ausdünstung desto stärker, je größer die Kälte ist.

Mairan erklärt diese starke Ausdünstung des Eises aus der Structur desselben, vermöge welcher es der Luft eine weit rauhere, und daher mehr Berührungspunkte verstattende Oberfläche, darbietet. Man kan noch hinzusetzen, daß bey uns starke Fröste gewöhnlich mit Nord- und Ostwinden begleitet sind, welche eine trockne und stark auflö-

sende Luft herbeyführen, auch schon wegen der Bewegung der Luft die Ausdünstung begünstigen.

Das Zergehen oder Aufthauen des Eises geht weit langsamer von statten, als die Entstehung desselben. Obgleich eigentlich nichts weiter dazu erfordert wird, als eine Temperatur, welche etwas weniges über den Eispunkt steigt, so giebt es doch, nach Musschenbroeks und anderer Beobachtungen, Fälle, wo eine um mehrere Grade höhere Temperatur der Luft das Eis nicht zu schmelzen vermag.

Das Eis zergeht desto schneller, je dichter der wärmere Körper ist, der es berührt. So schmelzt es eher in Wasser, dessen Temperatur nur einen Grad über den Eispunkt beträgt, als an warmer Luft; eher auf einem silbernen Teller, als auf der flachen Hand.

Die Luft bringt daher große Eismassen nur sehr langsam zum Schmelzen. Darauf beruhet zum Theil die Erfindung der Eisgruben, und die Erklärung des beständigen Eises auf den hohen Bergen und in den Polarländern.

Man bemerkt bey dem Zergehen des Eises anfänglich eine Art von Schwitzen auf der Oberfläche, dadurch es trüber und undurchsichtiger wird; dies sind eigentlich viele Wassertröpfchen, die das Licht verschiedentlich zurückwerfen. Diese Tröpfchen bilden durch ihre Vereinigung kleine Adern oder herabrinnende Bäche von Wasser, welche gleichsam Furchen oder Vertiefungen in das Eis eingraben. Wenn die Kälte schnell abfällt, so erhält die Oberfläche des Eises eine sehr schöne Politur, weil das häufig ablaufende Wasser alle Unebenheiten wegnimmt. Die Eisfäden, mit welchen das Gefrieren anfieng, erhalten sich gemeiniglich am längsten, wie man besonders an aufthauenden dünnen Eisscheiben sehen kan. Und weil also ein Theil des Eises eher aufthauet, als der andere, so wird die ganze Masse, wenn sie ringsumher der Luft ausgesetzt ist, zuletzt ein lockerer durchlöcherter Körper, der sich mit leichter Mühe zusammendrücken läst. Uebrigens verweise ich wegen mehrerer hiemit zusammenhängender Umstände auf den Artikel: Thauwetter.

Salze, im Wasser aufgelöset, machen, daß dasselbe später gefrieret, ob sie gleich eine größere Kälte hervorbringen. Die Salze schmelzen auch das Eis, und machen es zugleich kälter; daher man durch ihre Hülfe ein Wasser hervorbringen kan, das weit kälter, als der Eispunkt, und dennoch flüßig ist. Fast alle Salze sind hiezu geschickt, vor allen aber der Salmiak, Salpeter und das Kochsalz, durch deren Hülfe man sogar im Sommer oder über dem Feuer eine Kälte hervorbringen kan, bey welcher Wasser gefriert. Es wird von diesem allen bey dem Worte: **Kälte, künstliche**, umständlicher gehandlet werden.

So kan man **künstliches Eis** erhalten, wenn man reines Wasser in schicklichen Gefäßen solchen erkältenden Mischungen aussetzt. Auch durch die Ausdünstung lassen sich Grade der Kälte hervorbringen, welche den zum Gefrieren des Wassers nöthigen weit übertreffen.

Das mit Salz oder mit geistigen Liquoren vermischte Wasser gefriert sehr spät und nur bey sehr beträchtlichen Graden der Kälte. Auch ist das Eis desselben bey weitem nicht so fest und compact, als das von reinem Wasser. Es wird blättrig, und seine Theile sind unterbrochen und getrennt durch die Theilchen des geistigen Liquors, der sich von dem Wasser sondert, und gegen die Mitte des Gefäßes concentriret. Eben dies geschieht beym Salzwasser und bey dem mit Urin der Thiere vermischten. Vielleicht ist auch daraus zu erklären, warum gefrornes Seewasser süß ist, welches von einigen bezweifelte Phänomen Herr **Forster** (Bemerkungen 2c. auf seiner Reise um die Welt, aus dem Engl. übers. von **Ge. Forster**, Leipz. 1783. 8. S. 59. u. f.) bestätiget.

Dies sind die vornehmsten Erscheinungen und Eigenschaften des Eises; die Meinungen der Naturforscher über die Ursachen seiner Entstehung, d. i. über die Verwandlung flüßiger Körper in feste, durch die Kälte überhaupt, werden in dem Artikel: **Gefrierung**, eine schicklichere Stelle finden.

v. **Mairan** Abhandlung von dem Eise, aus dem Franz. Leipzig 1752. gr. 8.

**Eisen,** Ferrum, *Fer.* Ein Metall von einer bläulich-dunkeln ins Graue fallenden Farbe. Es ist unter allen Metallen am meisten elastisch, auch nach der Platina und dem Braunsteinkönige das schwerflüßigste, ingleichen hat es den stärksten Zusammenhang seiner Theile. Ein Eisendrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser hält, ohne zu reißen, ein Gewicht von 450 Pfund.

Nach dem Zinne ist es das leichtste unter den Metallen; die specifische Schwere des Gußeisens beträgt 7,100, die des geschmiedeten 7,795 bis 8,000, wenn die Schwere des Wassers = 1 gesetzt wird.

Das ganz reine Eisen ist so dehnbar, daß man nach Rinmanns Versuchen (Bergmanns Anm. zu Scheffers chym. Vorles. S. 557.) ein Pfund auf eine schwedische Meile lang ausziehen kan. Gemeiniglich aber hat es zwischen seinen Theilen eine Erde, die bey der Bereitung wegen der Schwerflüßigkeit nicht ganz zu Metall geworden ist, und wodurch seine Dehnbarkeit sehr vermindert wird.

Es ist die einzige in der Natur bekannte Substanz, welche vom Magnet angezogen wird, und selbst zu einem Magnet werden kan, s. Magnet. Verbindung mit Schwefel aber zerstört seine magnetische Eigenschaft.

Das Eisen ist sehr zerstörbar. Luft mit Wasser vereint, verwandlet seine Oberfläche bald in Rost oder Eisenkalch, Eisensafran. Auch das bloße Wasser wirkt darauf, ohne ihm sein Phlogiston zu entziehen, und zertrennt es in sehr feine Theilchen. Auf diese Art wird der Eisenmohr (Aethiops martialis) bereitet, ein in den feinsten Staub zertheiltes Eisen.

Es widersteht dem stärksten Feuer der gewöhnlichen Oefen, ohne zu schmelzen, allein in ofnem Feuer verkalcht es sich leicht zu einer röthlichen oder schwärzlichen Erde, dem zusammenziehenden Eisenkalch (Crocus martis adstringens). In einer Hitze von 1050 Fahrenheitischen Graden wird es rothglühend. Wenn es bis zum recht glänzenden Weißglühen erhitzt ist, so hat es das völlige

Ansehen eines brennenden Körpers; eine große Menge Funken sprühen herum, und verbrennen mit einem Knistern. Dieses Sprühen des glühenden Eisens beym Hämmern nennt man Schweißen. In dephlogistisirter Luft brennt es mit einer sehr lebhaften Flamme. Es schmelzt endlich, bey 880 Grad Hitze nach Celsius Scale (bey + 1616 nach Fahrenheit). Im Brennraume großer Brenngläser schmelzt es, giebt einen brennenden Rauch, und verglaset sich endlich zu einer schwärzlichen Schlacke. Die Funken beym Feuerschlagen sind glühende oder brennende Eisentheilchen, und sehen, auf einem Papiere aufgefangen, durch das Vergrößerungsglas eben solchen Schlacken ähnlich.

Verdünnte Vitriolsäure löset das Eisen sehr leicht mit Hitze und Aufbrausen auf, und entwickelt daraus ein brennbares Gas, s. Gas. Es entsteht aus dieser Auflösung durchs Abrauchen der Eisenvitriol, grüne Vitriol, ein Salz mit einer metallischen Basis, welches in grüne rhomboidalische Krystallen anschießt. Die Eisenvitriolauflösung wird durch zusammenziehende vegetabilische Stoffe, z. B. das Galläpfeldecoct, schwarz niedergeschlagen, daher man sie zur Dinte und zum Schwarzfärben gebraucht.

Die Salpetersäure löset das Eisen mit großer Heftigkeit auf, und ist schwer mit diesem Metalle zu sättigen. Sie hängt nemlich mit dem Eisen stärker zusammen, als mit dem Kalche desselben; daher sie auch nach der Sättigung noch neues auflöset, und dafür etwas von dem schon aufgelöseten in Gestalt eines Kalchs fallen läst. Durch diese Auflösung wird das salpeterartige Gas (*nitrous air*) in Gestalt eines rothen Dampfs entbunden, dessen Eigenschaften so merkwürdig sind, s. Gas, salpeterartiges. Wenig Eisenfeile giebt in der Salpetersäure eine grüne Auflösung, aus der man durch gelinde Abdünstung den Eisensalpeter, ein an der Luft zerfließendes Salz, erhält. Alkalische Feuchtigkeiten färben diese Auflösung roth, und geben ruhig stehend einen baumähnlichen Anschuß, Lemerys Eisenbaum.

Auch die Salzsäure löset das Eisen auf, ohne ihm jedoch sein Brennbares so wirksam zu entziehen. Stahls Behauptung, daß man die Salzsäure durch Anfüllung mit dem Brennbaren des Eisens in Salpetersäure verwandlen könne, ist durch die Versuche des Düc d'Ayen (Mém. de Paris 1769.) falsch befunden worden. Das daraus entstehende Eisensalz ist im Weingeiste auflöslich, und giebt dadurch die goldfarbene Eisentinktur (tinctura martis aurea). Ohnerachtet es leicht zerfließt, schießt es doch stark eingedickt in kleine über einander gehäufte Nadeln an.

Die vegetabilischen Säuren wirken gleichfalls auf das Eisen. Der radicale Essig löset es auf, hängt aber damit so wenig zusammen, daß man ihn rein abdestilliren kan, und das wiedererhaltene Eisen noch vom Magnet gezogen wird. Die Weinsteinsäure giebt mit dem Eisen den auflöslichen Eisenweinstein, der zerflossen die tartarisirte Eisentinktur genannt wird. Hieher gehören auch die unter dem Namen der Eisentinkturen bekannten Auflösungen des Eisens in Weinen und Obstsäften. Die Luftsäure oder fixe Luft löset das Eisen sehr leicht auf, daher durch das mit ihr imprägnirte Wasser mit Eisen vermischt die Stahlwasser nachgeahmt werden, s. Gas, mephitisches, Gesundbrunnen. Ueberhaupt lösen alle bekannte Säuren das Eisen, mehrentheils leicht, auf.

Die Eisenauflösungen in den mineralischen Säuren sehen grün, wenn sie aber gesättig sind, gelb aus. Sie lassen alsdann im Stehen eine gewisse Menge gelbliche Eisenerde niederfallen, die man Ocher, Eisensafran, Eisenkalch nennt, und welche sich weit schwerer, als das Eisen selbst, auflösen läst.

Durch absorbirende Erden und Laugensalze erhält man das Eisen daraus wieder. Das feuerbeständige Laugensalz giebt hiebey, wenn es frey von Brennbarem ist, einen rostartigen, wenn es etwas Brennbares hat, einen olivengrünen, und wenn es mit Brennbarem gesättiget ist, einen blauen Niederschlag, das Berlinerblau.

Das Eisen hat unter allen Metallen die meiste Verwandtschaft mit dem Schwefel; man kan es daher zu Absonderung der meisten Metalle von dem Schwefel durch die Schmelzung gebrauchen. Der Schwefel vermehrt auch die Schmelzbarkeit des Eisens. Wird ein eiserner Stab bis zum Weißglühen erhitzt, und eine Stange Schwefel an sein Ende gebracht, so fließt es sogleich in brennenden Tropfen. Fängt man diese in Wasser auf, so findet man, daß sie theils aus reinem Schwefel, theils aus Eisen mit Schwefel vermischt, d. i. aus einem künstlichen Schwefelkiese bestehen. Die Verwandtschaft zwischen Eisen und Schwefel ist so groß, daß sie sich sogar auf dem nassen Wege auflösen. Ein Teig aus Eisenfeile und gleich viel Schwefel mit Wasser bereitet, schwillt nach einiger Zeit auf, bekömmt Risse, erhitzt sich, dampft und entzündet sich zuletzt. Es trägt sich hiebey eben das zu, was bey dem Verwittern und der Entzündung der Schwefelkiese vorgeht, und woraus man die Entstehung des unterirdischen Feuers erklärt, s. **Feuer unterirdisches**. Was zurückbleibt, ist ein Eisenvitriol.

Das Eisen verbindet sich mit allen Metallen, nur das Bley und Quecksilber ausgenommen, mit welchen es sich nur sehr schwer vereinigen läst.

Endlich ist es eine der wichtigsten Eigenschaften des Eisens, daß es sich mit mehrerm Brennbaren verbinden, und dadurch in Stahl, d. i. in eine Art von vollkommnerem und brauchbarerem Eisen, verwandlen läst, s. Stahl.

Man findet das Eisen sehr selten gediegen, doch kan jetzt das Daseyn des gediegenen Eisens nicht mehr geläugnet werden. Das große gegen 2000 Pfund schwere Stück Eisen, das Pallas in Sibirien gefunden hat (Philosoph. Trans. Vol. LXIV. S. 461.), wird doch von einigen wegen der anhängenden Schlacken für ein Product des Feuers gehalten. Man hat aber auch kleinere ästige gewachsene Stücken Eisen an einer granitartigen Gangart anhängend gefunden.

Desto häufiger findet man eisenhaltige Erden und Sand, die oft sogar vom Magnete gezogen werden. Die Eisenerze setzen sich sehr leicht aus ihrer Mischung, daher findet man sie oft unter einer erdigten, rostigen gelblichen Gestalt, unter dem Namen der See- oder Sumpferze (*Mines de marais, mines de fer limoneuses*). Man findet überhaupt nicht leicht einen Sand, eine Erde, Stein u. dgl., worinn nicht etwas Eisengehalt befindlich wäre. Der gemeine Eisenstein ist gelbröthlich oder braun, wie der Eisenrost: außerdem hat man einen schwarzblauen, und einen weißen, der auch Stahlstein heißt. Der Glaskopf, Blutstein, das Magneterz, der Smirgel sind beynahe ganz Eisen, aber alle strengflüßig und von schlechter Beschaffenheit. Das schwarze Eisenerz, besonders das von der Insel Elba, und das dänische und schwedische, wo das Eisen mit einem mäßigen Theile Schwefel vererzt ist, gehören unter die reichhaltigsten und besten. Ganz vererzet findet sich das Eisen durch Schwefel in den Schwefelkiesen (gelben Eisenkiesen), und durch Arsenik im Mißpickel (weißen Eisenkies).

Weil die Eisensteine nur den Kalk des Metalls enthalten, so muß derselbe durch Zusatz des Brennbaren erst reducirt werden, wodurch das Roheisen erhalten wird, welches durch wiederholtes Glühen und Strecken unter den Eisenhämmern erst zu geschmeidigem Stangeneisen wird. Wenn es gut ist, so muß es sich kalt und glühend unter dem Hammer treiben lassen, auch bis zum Schweißen geglüht sich fest vereinigen, welches Zusammenschweißen genannt wird. Kaltbrüchig heißt das Eisen, wenn es sich zwar glühend bearbeiten läßt, kalt aber unter dem Hammer springt; rothbrüchig, wenn es auch glühend springt. Das aus den Kiesen erhaltne Eisen ist allezeit rothbrüchig; besseres erhält man aus den Eisensteinen.

Das Eisen ist unstreitig das nutzbarste unter allen Metallen, welches fast keine menschliche Kunst und Beschäftigung entbehren kan; es wäre überflüßig, die Anwendungen desselben, die ohnehin bekannt sind, aufzuzählen. In der Arzneykunst wird es als ein vortrefliches

stärkendes und tonisches Mittel gebraucht, welches besonders auf die Fasern und Gefäße des Magens und der Gedärme wirkt; daher es in allen Krankheiten, welche von Erschlaffung der Verdauungswerkzeuge herrühren, vortrefliche Dienste leistet. Auch wirkt es unstreitig in das Blut, in welchem sich jederzeit Eisentheile finden, s. Blut.

Macquer chym. Wörterb. Art. Eisen, mit Hrn. Leonhardi Anm.

**Eispunkt, Frostpunkt, Gefrierpunkt,** Punctum s. Terminus congelationis, *Terme de la congélation de l' eau.* Der feste Punkt, der auf der Scale des Thermometers die Temperatur des gefrierenden Wassers oder zergehenden Eises bezeichnet, s. Thermometer.

**Eispunkt, künstlicher,** Punctum s. Terminus congelationis artificialis, *Terme de la congélation artificielle.* Der auf Fahrenheits Thermometerscale mit Null bezeichnete Punkt, welcher die Temperatur einer Mischung von Schnee und Salmiak angiebt, s. Thermometer, Kälte, künstliche.

**Eklipsen,** s. Finsternisse.

**Ekliptik, Sonnenbahn,** Ecliptica, Orbita Solis annua, Circulus signifer, *Ecliptique.* Ein größter Kreis der Himmelskugel, welchen der Mittelpunkt der Sonne durch seine eigne Bewegung von Abend gegen Morgen, jährlich einmal zu durchlaufen scheint, der scheinbare jährliche Weg der Sonne. Dieser Kreis ist Taf. VI. Fig. 105. durch EL vorgestellt, wobey AQ den Aequator, P den Nordpol, Q den Südpol, PQ die Weltaxe, HR den Horizont bezeichnet. Da die Ekliptik unter die wichtigsten Kreise am Himmel gehört, und ihre Entdeckung sehr alt seyn muß, so will ich hier die Spur, welche auf dieselbe geführt hat, so viel möglich, zu verfolgen suchen.

Das erste, was bey der Betrachtung des Himmels in die Augen fällt, ist der Auf- und Untergang der Gestirne, oder die tägliche Bewegung von Morgen gegen Abend, die allen Gestirnen gemein ist. Man muste bald bemerken,

daß bey dieser Bewegung alle Gestirne Bogen beschreiben, die unter einander selbst und mit dem grösten Kreise AQ parallel laufen. Man lernte hiedurch diesen Kreis AQ, den **Aequator**, und die mit ihm parallelen täglichen Bogen oder Kreise der Gestirne, die **Tagbogen** oder **Tagkreise**, kennen. Ein Gestirn, das außer dieser gemeinen Bewegung keine weitere hat, z. B. ein Fixstern in L, beschreibt alle Tage denselben Tagkreis LT, und geht täglich in ebenderselben Höhe HT durch den Mittagskreis HTPR.

Man muste aber bald gewahr werden, daß die Sonne nicht alle Tage in gleicher Höhe durch den Mittagskreis gieng. In Babylon z. B., wo die alten Chaldäer ihre Beobachtungen anstellten, war der Punkt des Aequators A, der im Mittage stand, 54° über den Horizont erhaben, oder der Bogen HA betrug 54°. Nun sahe man die Sonne im Sommer in einer Höhe von 78°, oder bey T durch den Mittagskreis gehen, und also den Tagkreis LT beschreiben. Im Herbste hingegen gieng sie bey A selbst, im Winter bey E in der Höhe von 30° durch den Mittagskreis, daher ihr Tagkreis RE seyn muste. Sie hob sich darauf wieder, gieng im Frühling aufs neue bey A, und im Sommer bey T durch den Mittagskreis. Man fand bey genauerer Beobachtung, daß der höchste und niedrigste Tagkreis der Sonne, oder LT und RE, auf beyden Seiten gleich weit, etwa 24°, vom Aequator AQ abstanden. Die Sonne schien sich also gleichsam in Schraubengängen um die Erde zu winden, vollendete alle 24 St. einen Gang, und stieg dabey vom Sommer bis zum Winter von LT bis RE niederwärts, vom Winter bis zum Sommer aber von RE bis LT aufwärts.

Zugleich ward man gewahr, daß die Sonne täglich beyl andern Sternen stand, weil man bey ihrem Aufgange und Untergange täglich andere Sterne in ihrer Nachbarschaft bemerkte. Man fand sie im Sommer bey den Sternen des Krebses, im Winter bey denen des Steinbocks, und die Vergleichung dieser verschiedn'en Stellen lehrte, daß sie außer der gemeinen täglichen Bewegung noch eine

zweyte eigne habe, vermöge welcher sie von Abend gegen Morgen fortrückt, und nach einem Jahre wieder an ihre vorige Stelle zurückkömmt.

Man fand an der Himmelskugel die Sterne, welche die Sonne auf diesem jährlichen Wege berührt, in dem Kreise EL liegen, welcher gegen den Aequator AQ eine schiefe Lage hat, d. h. der Stellen, wie E hat, die unter AQ, und solche, wie L, die über AQ liegen. Ein Gestirn, das in einem solchen Kreise von Tag zu Tage weiter fortrückt, und dabey zugleich täglich einen Kreis mit AQ parallel zurücklegt, beschreibt dabey natürlich die oben erwähnten Schraubengänge oder spiralförmigen Windungen. Hieraus ergab sich nun, daß die Sonne außer der täglichen Bewegung noch eine eigne jährliche habe, und mit derselben von Abend gegen Morgen in dem Kreise EL fortgehe.

Man bemerkte zween Tage im Jahre, die um sechs Monate von einander entfernt waren, an welchen die Sonne im Aequator selbst stand, wo also ♈A ihr Tagkreis war. Weil hier ♈A = ♈Q, oder an diesen Tagen die Sonne eben so lange über, als unter dem Horizont und daher der Tag der Nacht gleich war, so nannte man sowohl diese Tage selbst, als auch die Punkte des Kreises EL, wo sie an diesen Tagen stand, die **Nachtgleichen** (aequinoctia). In der Figur stellt ♈ die **Frühlingsnachtgleiche** vor; der andere Punkt, die **Herbstnachtgleiche**, ist nicht zu sehen, weil er auf die Rückseite fällt. Diese Punkte sind die Durchschnittspunkte des Aequators AQ und der Ekliptik EL. Man fand, daß sie einander genau nach dem Durchmesser der Kugel gegenüberstehen; und weil Kreise auf der Kugelfläche, die sich in entgegengesetzten Punkten durchschneiden, nothwendig gröste Kreise seyn müssen, so folgte hieraus, daß die Sonnenbahn EL ein gröster Kreis sey.

Endlich bemerkte man, daß auch die zween Tage, an welchen die Sonne ihre gröste und ihre kleinste Höhe erreicht, oder die Tagkreise LT und RE beschreibt, ebenfalls sechs Monate aus einander waren. Von LT fällt der

gröste, von RE der kleinste Theil über unsern Horizont, d. i. LT giebt uns den längsten, RE den kürzesten Tag. Weil an diesen Tagen die Sonne zu steigen u. zu sinken aufhört, so heißen sie die Sonnenwenden, und die Punkte L und E die Sonnenstandspunkte (solstitia, solis stationes). Es sind dies die Punkte, in welchen die Sonne auf beyden Seiten den grösten Abstand von AQ hat. Und weil nach den Lehren der Sphärik, der Winkel AVE zweener grösten Kreise miteinander, durch ihren grösten Abstand AE = QL gemessen wird, so giebt der Abstand der Sonne vom Aequator an den Tagen der Sonnenwenden zugleich den Winkel der Kreise AQ und EL an.

Eben so leicht konnte man auch an dem Monde eine eigne Bewegung bemerken, mit der er zwar nicht ganz genau dem Kreise EL oder der Sonnenbahn folgte, aber doch nie weit von demselben abwich. Man fand den Mond bald über, bald unter EL. so daß er oft auch durch den Kreis EL selbst durchgehen muste. Man ward gewahr, daß Sonnen- und Mondsinsternisse zu keiner andern Zeit erfolgten, als wenn der Mond in diesem Kreise, oder doch sehr nahe dabey war. Dies veranlassete die Griechen, den Kreis EL von den Eklipsen oder Finsternissen, die sich allezeit nahe bey demselben ereigneten, die **Ekliptik** zu nennen.

Nachdem man sich künstliche Himmelskugeln verfertiget, und darauf die Pole, den Aequator und die Sterne, ihren beobachteten Stellungen gemäß, verzeichnet hatte, war man im Stande, auch diese Ekliptik darauf vorzustellen, und die Sterne anzugeben, bey welchen die Sonne in ihrer jährlichen Bahn vorübergieng. Dies ist schon in sehr alten Zeiten geschehen.

Der Mond und die Planeten halten sich an die Ekliptik, so daß sie sich nie weit von derselben entfernen. Man hat daher, ebenfalls schon im höchsten Alterthum, den Streif der Kugelfläche, der in die Nähe der Ekliptik fällt, als die merkwürdigste Gegend des Himmels betrachtet. s. Thierkreis, und ihn von der Gegend des Frühlingspunkts an morgenwärts in zwölf Theile getheilet, welchen man die

Namen der damals darin stehenden Sternbilder beylegte. Dadurch theilt sich nun auch die Ekliptik selbst in zwölf gleiche Theile, die zwölf himmlischen Zeichen (dodecatemoria, signa coelestia), die sich bey dem Frühlingspunkte ♈ anfangen, und deren Bezeichnungen und Namen folgende sind:

| | |
|---|---|
| ♈, Widder, 20 März. | ♎, Wage, 23 Sept. |
| ♉, Stier, 20 Apr. | ♏, Scorpion, 23 Oct. |
| ♊, Zwillinge, 21 May. | ♐, Schütz, 22 Nov. |
| ♋, Krebs, 21 Jun. | ♑, Steinbock, 21 Dec. |
| ♌, Löwe, 22 Jul. | ♒, Wassermann, 19 Jan. |
| ♍, Jungfrau, 23 Aug. | ♓, Fische, 18 Febr. |

Die beygeschriebenen Monatstage zeigen beyläufig, wenn die Sonne bey ihrem jährlichen Umlaufe in den Anfang eines jeden Zeichens trete.

Wir haben diese Eintheilung der Ekliptik beybehalten, ob wir gleich sonst jeden Kreis in 360 Grad zu theilen pflegen. Es kommen also 30° auf jedes Zeichen; die ersten 30° von ♈ an heißen der Widder, die folgenden 30° von ♉ an der Stier u. s. w. Diese Grade selbst werden, wie gewöhnlich, in Minuten und Secunden getheilt, aber nicht in einem fort, sondern nach Zeichen zusammengezählt. Ein Bogen der Ekliptik z. B., der von ♈ ostwärts gerechnet 97° 15′ 27″ lang ist, wird 3 Z (d. i. 3 Zeichen) 7° 17′ 27″ lang genennt, oder sein Ende fällt in 7° 15′ 27″ des Krebses. Auf solche Art werden die Längen der Gestirne angegeben, s. Länge der Gestirne.

Die Ekliptik hat, wie jeder Kreis, zween Pole p und q, die sich aller 24 Stunden um die Weltpole P und Q bewegen, und dadurch die Polarkreise beschreiben, s. Pole der Ekliptik.

Der Winkel AVE, unter welchem sich die Ekliptik mit dem Aequator durchschneidet, heißt die Schiefe der Ekliptik. Er ist gegen 23½°, und es wird von ihm in einem eignen Artikel gehandlet werden.

In der theorischen Astronomie, oder bey der Betrachtung dessen, was im Weltgebäude wirklich geschieht, ist die

Ekliptik die Ebne, in welcher die Bahn der Erde um die Sonne liegt. Nemlich, was uns Sonnenbahn schien, ist in der That Erdbahn. Die Planeten und der Mond laufen in andern Ebnen, die aber nur unter sehr geringen Winkeln gegen die Ebne der Ekliptik geneigt sind; daher sich diese Körper auch dem Scheine nach nur wenig von der Ekliptik entfernen können. Die Ebne der Ekliptik ist für die theorische Astronomie sehr wichtig, weil man die Bahnen aller andern Planeten auf sie projiciret, und die Berechnungen darnach einrichtet.

Auf die künstliche Erdkugel gehört wohl eigentlich die Ekliptik gar nicht. Denn jeder Punkt von ihr dreht sich aller 24 Stunden über mehrere Orte der Erdkugel hinweg, die Theile der Erdfläche haben also keine bestimmte Lage gegen sie. Wenn man inzwischen einen Anfangspunkt des Aequators nach Willkühr angenommen hat, so läst sich unter dem gehörigen Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad ein Kreis dadurch auf der Erdfläche beschreiben, der eine Stellung bekömmt, wie sie die Ekliptik alle Tage einmal in einem gewissen Augenblicke haben muß, und dies giebt die Bequemlichkeit, daß man auf der künstlichen Erdkugel gewisse Aufgaben auflösen kan, die eigentlich auf die künstliche Himmelskugel gehören, s. **Erdkugel, künstliche.**

**Elasticität, Schnellkraft, Federkraft, Spannkraft**, Elasticitas, Elater, Contentio, Palintonia, *Elasticité, Ressort.* Die Eigenschaft der Körper, sich, wenn man sie in eine andre Gestalt gebracht, od. in einen engern Raum zusammengedrückt hat, von selbst wieder in die vorige Gestalt oder in den vorigen Raum zu begeben, wenn das, was auf sie wirkte, nachläst. Wenn man z. B. einen Bogen mit Hülfe der daran befindlichen Sehne spannt, d. i. ihm eine mehr gekrümmte Gestalt giebt, so nimmt er, sobald die spannende Kraft nachläst, oder die Sehne zerschnitten wird, seine vorige Gestalt wieder an. Läst man eine elfenbeinerne Kugel auf eine Marmorplatte fallen, so wird sie durch das Anstoßen zusammengedrückt, und erhält auf einen Augenblick eine plattere Gestalt, so-

bald aber die Wirkung des Stoßes vorüber ist, nimmt sie von selbst die vorige runde Gestalt wieder an, und dies ist die Ursache ihres Zurückspringens. Wenn man Luft, die in ein Gefäß eingeschlossen ist, durch einen hineingetriebenen Kolben zusammendrückt, so läst sie sich zwar in einen engern Raum pressen; sobald aber die drückende Kraft nachläst, dehnt sie sich wieder in den vorigen Raum aus, und treibt den Kolben zurück. Da diese Eigenschaft Wiederherstellung in den vorigen Raum und Gestalt, d. i. Bewegung veranlaßt, so heißt sie, wie jede Ursache der Bewegung, eine Kraft.

Bey festen Körpern äußert sich die Elasticität mehr, wenn ihre Gestalt geändert, bey flüßigen mehr, wenn ihr Raum oder Volumen vermindert wird. Feste elastische Körper werden oft auch federhart genannt, bey flüßigen wird dieser Name niemals gebraucht.

Es erhellet aus diesen Erklärungen, daß die Elasticität allezeit Compressibilität voraussetze, s. Compressibilität. Bey flüßigen Körpern ist das an sich klar: bey festen kan man die Gestalt nicht ändern, ohne wenigstens gewisse Theile zusammenzudrücken, oder einander näher zu bringen.

Vollkommen elastisch würde derjenige Körper seyn, dessen Kraft den Kräften, welche ihn gebogen oder zusammengedrückt hätten, genau gleich wäre, der also hernach seine vorige Gestalt und seinen vorigen Raum genau wieder einnähme; unvollkommen elastisch ist derjenige, dessen Kraft ein wenig geringer ist, als jene Kräfte, der also seine vorige Gestalt nicht völlig wieder annimmt, oder sich nicht völlig wieder in den vorigen Raum ausbreitet. Unter den festen Körpern giebt es wohl keinen vollkommen elastischen; ihre Elasticität wird sogar durch öftere oder lange anhaltende Spannung oder Zusammendrückung merklich schwächer. Ein zu oft od. zu lange gespannter Bogen erschlafft endlich, und behält die Krümmung, die ihm das Spannen gegeben hatte. Die Haare, Wolle und Federn, welche zum Ausstopfen der Polster gebraucht werden, verlieren mit der Zeit ihre Federkraft immer mehr. Bey

einigen Körpern sind die Wirkungen der Elasticität kaum merklich: man nennt sie unelastische, nicht-elastische Körper, obgleich auch ihnen ein geringer Grad von Elasticität nicht abgesprochen werden kann.

Es sind nemlich alle bekannte Körper elastisch, obgleich einige in weit höherm Grade, als andere. Selbst die Liquoren, oder tropfbaren flüßigen Materien, haben einige Elasticität, wie man schon daraus abnehmen kan, weil sie den Schall fortpflanzen, s. Schall. Wenn man zwischen Liquoren und elastischen flüßigen Materien einen Unterschied macht, so muß dies nur so angenommen werden, daß die letztern einen ohne alle Vergleichung höhern Grad von Elasticität besitzen. Die Elasticität des Wassers ist auch jetzt durch völlig entscheidende Versuche dargethan, s. Wasser. Man kan also die Elasticität im Grunde als ein allgemeines Phänomen der Körper ansehen.

Daß es keinen vollkommen elastischen Körper unter den festen geben könne, ist schon daraus klar, weil bey Wiederherstellung der veränderten Gestalt die an einander hingehenden Theile ein Reiben veranlassen, auf welches ein Theil der Kraft verwendet werden muß, der dadurch verlohren geht. Eben dies ist wohl die Ursache, warum gespannte Saiten, wenn sie beweget werden, ihre Schwingungen nur eine Zeitlang fortsetzen, und dann wieder in Ruhe kommen. Der Widerstand der Luft kan nicht allein die Ursache ausmachen, weil eben das auch im luftleeren Raume geschieht. Mersenne (Harmonic. L. III. prop. 13.) fand, daß eine aus 12 Darmhäutchen verfertigte und durch 8 Pf. Gewicht gespannte Saite mit einer $\frac{1}{4}$ Lin. dicken und mit $6\frac{7}{8}$ Pf. gespannten Metallsaite den Einklang gab, daß aber die Darmsaite nur 40 Secunden, die Metallsaite 64 Sec. lang zitterte. Er schließt hieraus, daß sich die Theile des Metalls bey Veränderung der Gestalt weniger reiben, als die Theile der Darmhäutchen. Auch beym Stoße elastischer Körper weichen aus diesem Grunde die Versuche oft weit von den eigentlichen Gesetzen ab.

Man kan die Elasticität der Körper durch verschiedene Mittel verstärken. Die Metalle erhalten durch ge-

wisse Versetzungen mit andern Metallen oder Halbmetallen eine stärkere Elasticität; daher man sich zu den Glocken und andern schallenden Körpern einer eignen Composition von Kupfer, Zinn und Zink, der Glockenspeise (aes campanum, *bronze*) bedient, welche sehr elastisch und klingend ist.

Auch das kalte Hämmern (*l'écroui*) verstärkt die Elasticität der Metalle. Wenn man aus einer Kupferplatte zwey gleich große Stücke schneidet, und das eine kalt auf dem Ambos hämmert, dann aber beyde krumm beugt, so wird das gehämmerte federn, d. i. seine gerade Gestalt wieder anzunehmen streben, das andere aber die gegebne Krümmung fast ganz behalten.

Die merkwürdigste Verstärkung der Elasticität aber ist das Härten des Stahls (*trempe de l'acier*), da man ihn glühend in kaltem Wasser ablöscht. Durch dieses Ablöschen verändert er seine Eigenschaften in einem Augenblicke, und erlangt seine große Härte, die man ihm durch Erhitzung und langsames Abkühlen nach und nach wieder benehmen kan. Es giebt einen gewissen Grad der Härte, bey welchem seine Elasticität am stärksten ist, die Federhärte, die man bey Bereitung der Stahlfedern zu erreichen sucht. s. Stahl.

## Meinungen über die Ursache der Elasticität.

Ob ich gleich diesen Abschnitt mit dem Geständnisse anfangen muß, daß wir von der Ursache der Elasticität gar nichts wissen, so kan doch die Anführung einiger Meinungen hierüber wenigstens Anlaß zu weiterm Nachdenken oder zu Untersuchungen geben. Wir sind hier noch weiter zurück, als in der Erklärung anderer Phänomene; wenigstens weiß ich nichts anzuführen, was nur den geringsten Schein von Befriedigung gäbe.

Die Meinung derer, welche die Elasticität der festen Körper von der Luft herleiteten, ward durch Boyle's und Hawksbee's Versuche widerlegt, welche bewiesen,

daß die Körper im luftleeren Raume eben so elastisch sind, als in freyer Luft.

Descartes (Princip. philos. P. IV.) hat zwar das Wort Elasticität nicht, spricht aber an zwo verschiednen Stellen von der Federkraft der Luft und der festen Körper, und erklärt beyde aus verschiednen Gründen. Das Vermögen der Luft, sich auszubreiten (vim resiliendi aëris compressi), leitet er (prop 47.) von der innern Bewegung her, die er den Theilen der Luft, so wie den Theilen aller flüßigen Materien, zuschreibt. Bey zusammengedrückter Luft, meint er, behalte das Lufttheilchen den kleinen sphärischen Raum, in dem es seine Bewegung mache, nicht frey, sondern werde von den benachbarten Lufttheilchen gestoßen und aus seiner Stelle getrieben, und so vereinigten sich diese Stöße dahin, das Ganze wieder auszudehnen, und der innern Bewegung freyen Platz zu machen. Von elastischen festen Körpern, die bey ihm rigida heißen, handlet er (prop. 132.) bey Gelegenheit des Glases, und erklärt ihre Elasticität seinem System gemäß aus der Bewegung der subtilen Materie durch ihre Zwischenräume. Diese Materie, sagt er, hat die Zwischenräume der Körper gebildet, und ihnen also eine Gestalt gegeben, die ihr den Durchgang verstattet; durch das Beugen wird diese Gestalt verändert, daher stößt nun die subtile Materie gegen die Seitenwände der Gänge, und sucht die vorige Gestalt wiederherzustellen. Wenn z. B. im schlaffen Bogen die Gänge rund sind, so werden sie im gespannten elliptisch, die Theilchen der subtilen Materie stoßen also an der kleinen Axe der Ellipse gegen die Seiten, und suchen die Kreisgestalt wiederherzustellen. Aus dem vereinten Bestreben so vieler Theilchen entsteht eine starke Kraft. Bleibt aber der Bogen lange Zeit gespannt, so schleifen sich die Theilchen der subtilen Materie die Gänge so aus, wie sie sie nöthig haben, stoßen nicht mehr an, und die Kraft zurückzuschnellen geht verlohren.

Was die Elasticität der festen Körper betrift, so haben die meisten Physiker des vorigen Jahrhunderts dieselbe durch eine die Körper durchströmende flüßige Materie er-

klärt, die sie bald für den Aether, bald für das Elementarfeuer ꝛc. ausgegeben haben. Einige ließen jedes Theilchen dieser Materie sich um seine Axe drehen, andere, wie Malebranche, mehrere Theilchen einen Wirbel um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt bilden, und dadurch eine Schwungkraft erhalten, welche den Wirbel, wenn er durch die veränderte Gestalt des festen Körpers abgeplattet oder in ein Oval verwandelt ward, antrieb, seine vorige Gestalt wieder anzunehmen; noch andere schrieben der subtilen Materie oder dem Aether selbst Elasticität zu, und glaubten, er treibe durch seine eigne Wiederherstellung in den vorigen Raum, die Theile des gespannten Körpers in ihre vorige Lage zurück. Dies letztere heißt, Elasticität des Aethers annehmen, um Elasticität der Körper daraus zu erklären, und läßt immer die Frage übrig, was die Ursache der Elasticität des Aethers sey.

Muſſchenbroeck (Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 767.) setzt allen Erklärungen der Elasticität, die ein durchströmendes flüßiges Wesen annehmen, das entgegen, daß ein solches Flüßiges doch nur nach einer Richtung durchströmen werde. Wird nun ein Körper so gebogen. daß die Gänge da enger werden, wo die subtile Materie ausströmen soll, so läßt sich denken, daß sie gegen die Wände drückt, und dem Körper Federkraft giebt. Jetzt beuge man ihn aber nach der andern Seite, so werden die Gänge da weiter, wo die flüßige Materie ausgeht, und hier ist nicht mehr einzusehen, wie sie einen Druck gegen die Seitenwände ausüben und dadurch Federkraft bewirken soll. Dennoch zeigt eine elastische Stange Federkraft, man mag sie nach der einen oder nach der andern Seite beugen, und überhaupt nach allen möglichen Richtungen. Aber eine Bewegung der subtilen Materie nach allen möglichen Richtungen zugleich läßt sich gar nicht denken.

Andere haben zu einer zurückstoßenden Kraft zwischen den Theilchen der Körper selbst ihre Zuflucht genommen. Wenn man einen elastischen Körper zusammendrückt, sagen sie, so werden seine Zwischenräume enger, und seine Theilchen kommen näher an einander, so daß immer eines

in den Wirkungskreis der Repulsion des andern tritt. Die Repulsion aber wird desto stärker, je näher die Theilchen einander kommen, und treibt daher die Theilchen in ihre vorige Entfernung und den Körper in seine vorige Gestalt zurück. Daher werden die Metalle elastischer, wenn man sie hämmert, und Körper mit weiten Zwischenräumen haben weniger Elasticität.

Allein wie kan man diese angenommene zurückstoßende Kraft mit der Anziehung in Uebereinstimmung bringen, die ihr gerade entgegengesetzt ist, und doch ebenfalls stärker wird, wenn die Theilchen einander näher kommen? Dies heißt, Anziehung und Repulsion auf gut Glück annehmen, je nachdem man das eine oder das andere nöthig hat.

Es bleibt also wohl nichts übrig, als die Vermuthung, daß bey den Theilchen der elastischen festen Körper die Kraft des Zusammenhangs in gewissen Lagen der genauern Berührung wegen stärker seyn möge, als in andern Lagen, da sich bey den weniger elastischen vielleicht die Theilchen in allen Lagen auf einerley Weise berühren; obgleich auch hierbey die Art und Weise, wie daraus die Phänomene der Elasticität entstehen, sehr dunkel bleibt.

Die Elasticität flüßiger Materien, und insbesondere der Luft, haben sehr viele, wie Descartes, aus einer innern Bewegung ihrer Theilchen herleiten wollen, ob sie gleich diese Bewegung verschiedentlich bestimmen, und bald in einer Umdrehung jedes Theilchens um seine Axe, bald in einem Wirbel mehrerer Theilchen um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt bestehen lassen.

Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Sect. X. de affectionibus atque motibus fluidorum elasticorum) hat sich bemüht, die Hypothese des Descartes, daß die Federkraft flüßiger Materien in einer sehr schnellen Bewegung aller ihrer Theile nach allen Richtungen bestehe, zur Erklärung der Erscheinungen anzuwenden. Man stelle sich eine Menge solcher Theilchen in einem hohlen Cylinder unter einem beweglichen und mit einem Gewichte beschwerten Deckel vor; dieser Deckel wird im Cylinder durch beständig wiederholte Stöße der Theilchen auf einer gewissen Höhe

erhalten. Die Theilchen werden den Deckel höher heben, wenn man das Gewicht, womit er beschwert ist, vermindert; wenn man es aber vermehrt, wird der Deckel sinken und die Theilchen in einen engern Raum zusammendrücken. Hiebey wird sich die Federkraft aus einer doppelten Ursache vermehren, einmal weil die Anzahl der Theilchen in Betrachtung des nunmehr kleinern Raums größer wird, das anderemal, weil jedes Theilchen nun öfter an den Deckel stößt. Aus diesen Grundsätzen beweiset er durch die Rechnung, daß sich die Räume, welche eine elastische flüßige Materie, die sich ohne Ende zusammendrücken läst, einnimmt, umgekehrt, wie die zusammendrückenden Kräfte, verhalten müssen — ein Gesetz, welches, mit den nöthigen Einschränkungen genommen, durch die Erfahrung bestätigt wird. Er nimmt an, die Wärme vermehre die Geschwindigkeit der Theilchen, und findet, daß sich die Federkraft, wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit, verhalten müsse, weil bey vermehrter Geschwindigkeit die Anzahl der Schläge und die Stärke derselben in gleichem Verhältnisse wachsen müssen. Je mehr sich ferner Theilchen in einem gleichen Raume befinden, desto größer muß auch die Summe der Vermehrung der Geschwindigkeiten seyn, also muß das Wachsthum der Federkraft der Luft bey gleichen Vermehrungen der Wärme den Dichten der Luft proportional seyn. Auch diesen Satz findet er mit der Erfahrung übereinstimmend.

Johann Bernoulli (Addition au Discours sur lex loix de la communication du mouvement, in Op. To. III. p. 81.) sieht die Elasticität der Körper überhaupt als eine Folge von der Bewegung einer sehr zarten, in den innersten Zwischenräumen der Körper eingeschlossenen flüssigen Materie an. Wenn diese Bewegung kreisförmig ist, so entsteht daher eine Schwungkraft. Euler (Tentamen explicationis phaenomenorum aëris, in Comm. Petrop. T. II. p. 374. sqq.) stellt sich dem gemäß vor, die Luft bestehe aus einer unzählbaren Menge hohler Kügelchen, worinn die erwähnte subtile Materie eingeschlossen sey. Je schneller nun in einem solchen Kügelchen die Materie an

dessen Oberfläche im Wirbel umläuft, desto stärker sucht sich dasselbe auszubreiten. Um den Mittelpunkt eines jeden Kügelchens nimmt er einen leeren Raum an, der desto kleiner wird, je stärker das Kügelchen durch eine äußere Gewalt zusammengepreßt wird: und wenn dieser Raum verschwindet, so hat die Luft den höchsten Grad der Federkraft, und die Zusammenpressung läßt sich nun nicht weiter treiben. Hierauf baut nun Euler Rechnungen, aus denen er eine Gleichung zwischen der Dichtigkeit und Federkraft der Luft herleitet, welche der Erfahrung so weit man bisher Versuche hat anstellen können, sehr wohl Gnüge leistet. Solche Hypothesen sind ganz brauchbar zur Rechnung, und geben auch oft richtige Resultate, wenn die Data der Rechnungen so genommen werden, wie es die Erfahrungen verlangen: aber als Erklärungen einer physikalischen Ursache der Federkraft bleiben sie immer unbefriedigend, weil doch solche innere Materien und Bewegungen derselben ganz willkührlich und ohne alle Erfahrung angenommen werden.

Die Elasticität der Luft mit Rohault (Physica ex edit. Clarkii, Lond. 1711. 8. P. III. C. II. §. 2.) und vielen andern aus der Gestalt ihrer Theilchen herzuleiten, und sich dieselben, wie kleine Flocken Baumwolle, oder wie Reifen, Uhrfedern u. dgl. vorzustellen, ist wohl zu hart, und entscheidet überdies die Frage nicht, warum die Theilchen elastisch sind, wenn sie die Gestalt dieser Körper haben.

Newton (Princip. L. II. prop. 23.) beweiset, daß in einer flüßigen Materie, welche aus Theilchen, die sich zurückstoßen, besteht, und deren Dichtigkeit sich, wie die zusammendrückende Kraft, verhält, die zurückstoßenden Kräfte der Theilchen sich in umgekehrtem Verhältniß des Abstands ihrer Mittelpunkte befinden müssen; und daß eine Anhäufung von Theilchen, welche einander nach diesem Gesetze zurückstoßen, eine elastische Flüßigkeit ausmachen müsse, deren Dichtigkeit sich, wie die zusammendrückende Kraft, verhält. Ueberhaupt zeigt er, wenn sich die zurückstoßende Kraft umgekehrt, wie die nte Potenz

des Abstands der Mittelpunkte verhalte, so verhalte sich die zusammendrückende Kraft wie die $\frac{n+2}{3}$te Potenz der Dichtigkeit.

Er fügt aber selbst die Erinnerung bey, dies blos als einen mathematischen Satz, und nicht als eine Erklärung einer physikalischen Ursache anzusehen. „An „vero fluida elastica ex particulis se mutuo fugan„tibus constent, quaestio physica est. Nos pro„prietatem fluidorum ex ejusmodi particulis con„stantium mathematice demonstravimus, ut phi„losophis ansam praebeamus, quaestionem illam „tractandi."

Etwas näher erklärt er sich über diese zurückstoßenden Kräfte in seiner Optik (Qu. 23. ed. Clarkii, Lond. 1706. 4.) mit folgenden Worten. „So wie in der Algebra die „negativen Größen da anfangen, wo die positiven auf„hören, so muß in der Mechanik da, wo die Anziehung „aufhört, eine zurückstoßende Kraft an deren Stelle „treten. Das Daseyn einer solchen Kraft scheint aus der „Zurückwerfung und Beugung des Lichts zu folgen; „denn in beyden wird der Stral vom Körper ohne unmit„telbare Berührung zurückgestoßen. — Es scheint auch „aus der Erzeugung der Luft und der Dämpfe zu fol„gen: denn die durch Hitze und Aufbrausen aus den Kör„pern getriebnen Theilchen entfernen sich, sobald sie aus „dem Wirkungskreise der Anziehung des Körpers heraus „sind, von ihm und von einander selbst mit großer Gewalt, „und fliehen die Rückkehr, so daß sie bisweilen wohl 10, „100, 1000mal mehr Raum einnehmen, als vorher, da „sie noch die Gestalt eines dichten Körpers hatten. Eine „so ungemeine Zusammenziehung und Ausdehnung kan „man sich kaum denken, man mag sich die Lufttheilchen „als elastisch oder in einander verflochten, oder wie Reifen, „oder sonst, wie man will, vorstellen, wenn sie nicht eine „zurückstoßende Kraft haben, mit der sie einander flie„hen. — Die dichtern und stärker zusammenhängenden „Körper werden, durch das Aufbrausen verdünnt, wahre

„und bleibende Luft; eben die Theilchen, die bey der Be„rührung aufs festeste zusammenhängen, gehen jetzt mit „der grösten Gewalt aus einander, und lassen sich sehr „schwer wieder zusammenbringen.“

Diese repellirenden Kräfte aber kan man wohl eben so wenig für etwas den Körpern wesentliches halten, als die Anziehung; man muß sie vielmehr blos als eine bequeme Vorstellungsart des Phänomens der Federkraft ansehen, das sie inzwischen keineswegs erklären. Die Frage, was die Ursache der Elasticität sey, ist noch nicht beantwortet, wenn man von zurückstoßender Kraft der Theile redet, weil diese Kraft ja im Grunde nichts anders ist, als die Elasticität selbst, nach deren Ursache gefragt wird. **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1202.) folgt Newton zwar darinn, daß die Elasticität der Luft, die er von der Federkraft fester Körper sorgfältig unterscheidet, von einer Repulsionskraft abhange, er fragt aber mit Recht nach einer fernern Ursache, und setzt hinzu: Sed qui sit haec vis repellens, an electricitas, an alia ejus causa, nondum clare innotuit; itaque oportet, ut quiescamus in eo, quod constat, aërem revera esse elasticum.

Ist vielleicht, nach Herrn de Saussure Vermuthung, Verbindung mit dem Elementarfeuer die Ursache der Elasticität der Luftgattungen und Dämpfe? Und ließe sich nicht hieraus sehr ungezwungen die Verstärkung der specifischen Elasticität durch die Wärme erklären? s. **Dämpfe, Feuer.**

## Gesetze der Federkraft fester Körper.

**s'Gravesande** (Physices elem. math. Lugd. Bat. 1725. 4. To. I. L. I. c. 29.) hat mit Weglassung aller Speculationen über die Ursache, vielmehr die Gesetze der Elasticität fester Körper genauer untersucht. Er stellt sich hiebey die elastischen Körper als aus dünnen Fibern oder Fäden zusammengesetzt vor, und untersucht also zuförderst, als den einfachsten Fall, die Elasticität der Metallsaiten, welche solche elastische Fäden selbst vorstellen.

Diese Fibern zeigen keine Elasticität, wenn sie nicht mit einer gewissen Kraft gespannt werden. Eine schlaffe Saite stellt ihre Lage nicht wieder her, wenn sie geändert worden ist. Eine allzustark gespannte Fiber verliert ihre Elasticität. Daher ist die Spannung, welche die Fibern elastisch macht, in gewisse Grenzen eingeschlossen. Hieraus läst sich erklären, warum gewisse Operationen den Körpern ihre Elasticität benehmen oder wiedergeben, wie z. B. das Glühen und Hämmern den Metallen.

Die Gewichte, welche gleiche Fibern unter verschiednen Spannungen gleich stark verlängern, verhalten sich, wie die Spannungen. Wenn drey gleiche Saiten, in den Verhältnissen 1, 2, 3, gespannt, gleich stark verlängert werden sollen, so sind Gewichte erforderlich, die sich, wie 1, 2, 3, verhalten.

Die kleinsten Verlängerungen (Differentiale der Verlängerung) einer und ebenderselben Fiber verhalten sich, wie die Kräfte, durch welche sie hervorgebracht werden. Auch verhalten sich die kleinsten Beugungen, wie die beugenden Kräfte.

Bey gleichartigen, gleich dicken, und gleich gespannten Saiten verhalten sich die Verlängerungen durch gleiche Zusätze von Gewichten, wie die Längen der Saiten. Eben dies gilt für ihre Beugungen.

Eine gespannte und gebogne Saite ACB (Taf. VI. Fig. 106.) geht, wenn die beugende Kraft nachläst, in ihre gerade Lage AcB zurück. Da die Elasticität während dieser Zeit, wie eine absolute Kraft, wirkt, so geschieht dies mit beschleunigter Bewegung, s. Beschleunigung. Daher ist die Geschwindigkeit am stärksten, wenn die Saite in die gerade Lage AcB zurückkömmt. Hier führt sie also diese Bewegung noch weiter, und beugt sie aufs neue in die Lage ADB mit verminderter Bewegung, bis in D die Geschwindigkeit Null wird. Hier stellt sich aufs neue die gerade Lage AcB her, und die dadurch erlangte Geschwindigkeit treibt die Saite wieder in die Lage ACB. So entstehen abwechselnde Schwingungen von ACB nach ADB,

**und wieder zurück, auf eben die Art, und aus eben dem Grunde, wie beym Pendul, s. Pendul.**

Diese Schwingungen sind der Zeit nach gleich lang, wenn sie gleich dem Raume CD nach stärker oder schwächer sind, wie beym Pendul, das in der Cycloide fällt. Bey ungleichen gespannten, übrigens gleichen, Saiten aber sind die Schwingungen nicht gleich lang; sondern die Quadrate der Zeiten, durch welche die Schwingungen dauren, verhalten sich umgekehrt, wie die spannenden Kräfte.

Sind die Saiten ähnlich, und gleich gespannt, aber von ungleicher Länge, so verhalten sich die Schwingungszeiten, wie die Längen. Sind sie übrigens gleich, aber von ungleicher Dicke, so verhalten sich diese Zeiten, wie die Durchmesser oder Dicken.

Hieraus hat man, wenn bey zwo gleichartigen Saiten die spannenden Kräfte P, p, die Längen L, l, die Dicken D, d, die Schwingungszeiten T, t heißen, die Gleichung:

$$\frac{L^2 D^2}{T^2 P} = \frac{l^2 d^2}{t^2 p}.$$

Und weil sich wegen der cylindrischen Gestalt der Saiten ihre körperlichen Räume, und also auch ihre Massen oder Gewichte (die wir G, g nennen wollen) wie $LD^2 : ld^2$ verhalten, so folgt

$$\frac{LG}{T^2 P} = \frac{lg}{t^2 p},$$

und $T^2 : t^2 = \frac{LG}{P} : \frac{lg}{p}$, d. i. die Quadrate der Schwingungszeiten verhalten sich, wie die Längen der Saiten, multiplicirt in ihre Gewichte, und dividirt durch die Stärken der Spannungen.

Elastische Bleche, wie z. B. die Uhrfedern, lassen sich als eine Menge zusammengelegter Saiten ansehen, und folgen ebendenselben Gesetzen.

Endlich wendet s'Gravesande diese Sätze, die er alle mit Versuchen bestärkt, auch auf elastische Kugeln an, und beweiset, daß sich bey denselben die Abplattungen beym Anstoßen an feste Körper, wie die Geschwindigkeiten des Anstoßes, verhalten müssen.

Von den Gesetzen des Stoßes elastischer Körper wird man bey dem Worte: Stoß, mehrere Nachrichten finden.

## Elasticität flüßiger Materien.

Die Betrachtung dessen, was in Absicht auf Druck und Bewegung bey elastischen flüßigen Materien statt findet, macht den Gegenstand der Aerometrie, oder der Aerostatik, Pnevmatik und Aerodynamik aus. In diesen Wissenschaften wird unter dem Worte Luft jede elastische oder luftähnliche flüßige Materie verstanden, so, wie der Name Wasser in der Hydrostatik u. s. f. alle flüßige Körper bedeutet, deren Elasticität unbeträchtlich ist.

Da man eine ausführliche Erklärung dieser Lehren hier nicht erwarten kan, so wird es genug seyn, einige allgemeine Nachrichten von den Gesetzen elastischer Flußigkeiten mitzutheilen.

In schweren elastischen flüßigen Materien tragen die untern Schichten das Gewicht der obern, und werden durch dasselbe zusammengedrückt, daher sind die untern Schichten dichter, als die obern. So verhält es sich mit der Luft in der Atmosphäre, s. Luftkreis. Der gesammte Druck aber, womit die flüßige Masse den Boden, der sie trägt, unterwärts presset, ist dem Gewichte der gesammten flüßigen Masse gleich.

Die unmittelbare und nächste Ursache des Drucks elastischer Flüßigkeiten ist ihre Elasticität, und nicht ihr Gewicht; man muß z. B. die Erhaltung des Quecksilbers im Barometer nicht sowohl dem Gewichte, als der Elasticität der Luft zuschreiben. Das Gewicht der darüber liegenden Luft ist dasjenige, was die Luft zusammendrückt, und ihre Elasticität gleichsam zur Wirkung auffordert; das Quecksilber aber wird eigentlich durch die Elasticität er-

halten, und steigt also auch, wenn diese aus andern Ursachen stärker wird, obschon das Gewicht der Luft dasselbe bleibt.

Den Versuchen zufolge verhält sich die Dichtigkeit der Luft, wie die Kraft, womit sie zusammengedrückt wird. Wenigstens findet dieses Gesetz so weit statt, als die Grenzen unserer Versuche reichen, s. Luft.

Im Zustande des Gleichgewichts oder der Ruhe muß die Elasticität der zusammendrückenden Kraft gleich seyn. Denn beyde sind entgegengesetzte Kräfte, die nur, wenn sie gleich sind, Ruhe bewirken können. Daher verhält sich, wenn übrigens alles ungeändert bleibt, die Elasticität der Luft auch, wie die Dichtigkeit derselben. Aber dieser Satz gilt nur von der absoluten Elasticität.

Man unterscheidet nemlich bey den flüßigen Materien ihre absolute Elasticität von der specifischen. Absolute Elasticität einer solchen Materie nennt man die Stärke, mit welcher sie der zusammendrückenden Luft widersteht, an sich, und ohne auf Dichtigkeit, Wärme u. s. w. Rücksicht zu nehmen. Diese muß allezeit der drückenden Kraft gleich seyn. Weil aber verschiedene Materien bey ungleicher Dichtigkeit, auch einerley Materien bey ungleicher Wärme und Dichtigkeit, dennoch gleich stark drücken können, so nennt man diejenige specifisch elastischer, als die andere, welche bey geringerer Dichtigkeit dennoch gleich stark, und bey ebenderselben Dichtigkeit stärker drückt.

Diese specifische Elasticität ist doppelt so groß, wenn die Materie bey eben derselben Dichtigkeit doppelt so viel absolute Elasticität hat, u. s. w. Bey gleicher Dichtigkeit also verhalten sich die absoluten Elasticitäten, wie die specifischen. Bey gleicher specifischen Elasticität aber verhalten sich nach dem oben angegebenen Gesetze die absoluten Elasticitäten, wie die Dichtigkeiten. Hieraus folgt also, daß sich die absoluten Elasticitäten überhaupt, wie die Producte der specifischen durch die Dichtigkeiten, und die specifischen, wie die absoluten, dividirt durch die Dichtigkeiten, verhalten.

Die Wärme vermehrt die specifische Elasticität der elastischen Flüßigkeiten. Erwärmte Luft wird daher, wenn sie eingeschlossen ist, und also ihre Dichtigkeit nicht ändern kan, absolut elastischer, und drückt gegen das, was sie einschließt, stärker. Ist sie aber frey, und nur von der vorigen Kraft gedrückt, mit der sie kälter das Gleichgewicht hielt, so überwindet sie diese Kraft jetzt, und breitet sich so lange aus, bis ihre Dichtigkeit in eben dem Maaße geringer ist, in welchem ihre specifische Elasticität zugenommen hat. Daher wird die Luft durch die Wärme verdünnt.

Brennbare Luft ist specifisch elastischer, als die gemeine atmosphärische. Schließt man sie also in eine undurchdringliche biegsame Hülle ein, so wird sie diese so lange ausdehnen, bis sie mit der von außen entgegendrückenden atmosphärischen Luft einerley absolute Elasticität hat. Dann aber ist ihre Dichtigkeit oder specifische Schwere in eben dem Verhältnisse geringer, in welchem ihre specifische Elasticität größer ist. Man erhält dadurch ein Mittel, einen biegsamen Körper zu machen, der leichter, als ein eben so großes Luftvolumen, ist, ohne jedoch von der äußern Luft zusammengedrückt zu werden, s. Aerostat. Eben diese Bewandtniß hat es mit der erhitzten oder durch Feuer verdünnten Luft, die daher ebenfalls zur Füllung der aerostatischen Maschinen dient.

Die Gesetze der Bewegung elastischer Flüßigkeiten weichen von denen der unelastischen vornehmlich in Absicht auf die Geschwindigkeit der verschiedenen Schichten ab. Wenn z. B. ein unelastisches Flüßige in einer cylindrischen Röhre läuft, so haben alle Querschnitte eine gleiche Geschwindigkeit; bey dem elastischen Flüßigen hingegen bewegen sich, wenn die Ausbreitung nur nach der einen Seite geschieht, die der Oefnung näher liegenden Schichten schneller, als die entferntern. Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Arg. 1738. 4.) hat die Gesetze des Drucks und der Bewegung elastischer flüßiger Materien aus dem Grundsatze der Erhaltung lebendiger Kräfte entwickelt, und daraus eine kurze Theorie der Zusammendrückung der Luft, ihrer Bewegung in Gefäßen mit Oefnungen, und der Ge-

malt des Schießpulvers hergeleitet. D'Alembert (Traité de l' équilibre et du mouvement des fluides, Paris. 1744. 4.) leitet diese Gesetze mit Hülfe der Lehre von Zerlegung der Bewegungen aus einem andern Grundsatze ab, und giebt seinen Rechnungen darüber eine große Allgemeinheit, da sich Bernoulli auf ein Flüßiges von unveränderlicher Wärme, und auf das Gesetz, daß die Elasticität der Dichte proportional sey, eingeschränkt hatte. Herr Hofrath Karsten (Lehrbegrif der gesammten Mathematik, III. Theil. Aerostatik, VI. Theil, Pnevmatik, 1—3 Abschnitt) hat das vornehmste hievon ebenfalls vorgetragen, und auf die Luftpumpen angewendet. Es gestehen aber alle Kenner dieser Lehren ein, daß wir in Absicht des Physikalischen, worauf solche Theorien gebaut werden müssen, noch weit zurück sind.

*v Musschenbroek* Introductio ad philosoph. natur. To. I. §. 760. sqq.

*Brisson* Dict. de physique, art. *Elasticité*.

*Ren. Cartesii* Principia philos. P. IV. prop. 47 et 132.

*Newtoni* Philos. nat. principia math. L. II. prop. 23.

*s'Gravesan de* Physices elem. mathem. To. I. L. I. cap. 29.

Errlebens Anfangsgr. der Naturlehre, §. 32 — 34. ingl. §. 251 und Hrn. Lichtenbergs Anm. hiezu.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathem. VI. Theil, Pnevmatik, I. Abschn. §. 11. u. a. a. O.

**Elasticität, absolute,** Elasticitas absoluta, *Elasticité absolue.* Die Stärke des Drucks, womit eine elastische flüßige Materie der Kraft, die sie zusammendrückt, widerstehet. Sie ist also, wenn alles in Ruhe ist, der zusammendrückenden Kraft gleich, s. Elasticität.

Das Barometer zeigt eigentlich, wie groß die absolute Elasticität der Luft an der Erdfläche sey; es würde sehr schicklich Elaterometer heißen können.

**Elasticität, specifische,** Elasticitas specifica, *Elasticité specifique.* Man drückt durch dieses Wort das Verhältniß zwischen absoluter Elasticität und Dichtigkeit der elastischen Materie aus, so daß man der Materie eine größere specifische Elasticität zuschreibt, wenn sie bey

ebenderselben Dichtigkeit stärker, eine geringere, wenn sie bey eben der Dichtigkeit weniger drückt. Man sagt, die Materie habe zweymal, dreymal u. s. w. mehr specifische Elasticität, wenn sie bey ebenderselben Dichtigkeit zweymal, dreymal u. s. w. stärker drückt, als eine andere.

Es drückt also dieses Wort einen relativen Begrif aus, so wie das Wort Dichtigkeit selbst, s. Dichte. Ich beziehe mich überhaupt hier auf den Artikel: Dichte, dessen ganzer Inhalt fast wörtlich hier wiederholt werden kan, wenn man nur für Masse, Raum, Dichte, jetzt absolute Elasticität, Dichte, specifische Elasticität setzt.

Man wird bey dieser Anwendung finden, daß sich nie specifische Elasticität einer Materie für sich, sondern nur Verhältniß specifischer Elasticitäten verschiedener Materien angeben lasse; daß man aber specifische Elasticitäten durch Zahlen ausdrücken könne, wenn man eine davon, die als bekannt und unveränderlich angesehen wird, zur Einheit annimmt. Man wird auch bald übersehen, daß man eine Materie gleichförmig elastisch nennen könne, wenn sie überall eine der Dichtigkeit proportionale absolute Elasticität zeigt, wie etwa eine durchgehends gleich warme Luftsäule; ungleichförmig elastisch hingegen, wenn ihre specifische Elasticität nicht in allen Theilen gleich groß ist, wie bey einer Luftsäule, die unten wärmer, als oben, ist, und der man, wenn diese Ungleichheiten als gleichförmig vertheilt angesehen werden, eine mittlere specifische Elasticität zuschreiben kan.

Man wird endlich durch ähnliche Sätze und Schlüsse, wie im Artikel Dichte, auf das Resultat kommen, daß, wenn bey zwoen Materien die absoluten Elasticitäten A und a, die specifischen E und e, die Dichten D und d heißen,

$$E : e = \frac{A}{D} : \frac{a}{d},$$

oder daß sich die specifischen Elasticitäten zwoer Materien, wie die Quotienten der absoluten Elasticitäten durch die Dichtigkeiten verhalten.

Weil nun ferner, wenn M und m die Massen, V und v die Volumina bedeuten, $D : d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$, so ist auch

$$E : e = \frac{AV}{M} : \frac{av}{m} \text{ oder } ME : me = AV : av,$$

d. i. die Producte der Massen oder Gewichte in die specifischen Elasticitäten verhalten sich, wie die Producte der Räume in die absoluten.

Zunehmende Wärme verstärkt eigentlich die specifische Elasticität oder E. Wenn aber das Fluidum eingeschlossen ist, daß weder V noch M wachsen kan, so wird dadurch A, d. i. auch die absolute Elasticität größer. Hat es Freyheit, sich auszubreiten, so wird V größer, und $\frac{M}{V}$ oder die Dichtigkeiten in eben dem Verhältnisse kleiner, indem A ungeändert bleibt.

Die verschiedenen Luftgattungen, s. Gasarten, haben auch verschiedene specifische Elasticitäten. Besonders hat das brennbare Gas, wenn es gut bereitet ist, auf 13mal mehr specifische Elasticität, als die gemeine Luft, und daher 13mal weniger Dichte oder specifische Schwere, wenn es so stark auf die einschließende Hülle von innen drückt, als die atmosphärische Luft von außen, d. i. wenn es mit der letztern einerley absolute Elasticität hat. In dem Artikel: Aerostat, habe ich wegen der Schwierigkeit, es so gut zu bereiten, nur 7fache specifische Elasticität angenommen.

**Elasticitätszeiger, Mercurialzeiger, Barometerprobe,** Index elasticitatis in vacuo Boyliano, Index mercurialis, *Barometer d' épreuve*. Ein bey der Luftpumpe angebrachtes Barometer, welches zeigt, wie groß die absolute Elasticität der noch unter der Glocke befindlichen Materie sey.

Hawksbee (Physico-mechanical experiments on various subjects, London 1709. 4.) hat zuerst eine solche Anstalt bey seiner Luftpumpe angebracht. Es sey

Taf. VI. Fig. 107. AB der Teller, und CD eine hindurchgehende bey C ofne Röhre; in diese sey bey D eine gläserne über 28 pariser Zoll lange Röhre DG gesteckt, und bey D alles gegen das Eindringen der äußern Luft verwahret. Das ofne Ende G steht in einem Gefäße HI mit Quecksilber; EF ist das Rohr, welches den Teller mit dem Körper der Pumpe verbindet. So lange sich nun die Luft unter der Glocke im natürlichen Zustande befindet, steht das Quecksilber im Gefäße und der Röhre DG gleich hoch. Wird aber die Luft unter der Glocke verdünnt, und daher ihre Elasticität geschwächt, so treibt die auf HI drückende Elasticität der äußern Luft das Quecksilber in der Röhre DG höher hinauf, desto mehr, je schwächer die Elasticität der Luft unter der Glocke wird. Könnte man den Raum unter der Glocke vollkommen luftleer machen, so würde die Röhre DG im Falle eines gewöhnlichen Barometers seyn, und das Quecksilber über HI so hoch, als in jedem andern Barometer, stehen. Da es aber unmöglich ist, die Glocke ganz auszuleeren, so wird das Quecksilber diese Höhe nie ganz erreichen, und der Unterschied seiner Höhe von der zugleich beobachteten Höhe eines gewöhnlichen Barometers wird zeigen, wie viel die Elasticität der unter der Glocke noch zurückgebliebenen Materie betrage. Man bringt daher eine gewöhnliche Barometerscale an die Röhre DG an. Steht das Quecksilber an derselben bey K auf 26 Zoll, in den gewöhnlichen Barometern aber auf 27 Zoll, so ist die Elasticität der flüßigen Materie unter der Gloche noch 1 Zoll Quecksilberhöhe gleich, oder drückt auf eine jede Fläche so stark, als ob 1 Zoll hoch Quecksilber darüber stünde. Sie macht also $\frac{1}{27}$ von der Elasticität der äußern Luft aus. Denn die Federkraft (1 Zoll) mit der Quecksilbersäule (26 Zoll) zusammen, hält das Gleichgewicht mit der Federkraft der äußern Luft (27 Zoll). Leupold hat bey seiner Luftpumpe mit zween Stiefeln diesen Zeiger ebenfalls angebracht, wie auch s'Gravesande bey seinen beyden Luftpumpen.

Andere brauchten dazu ein gewöhnliches Barometer, und setzten es unter eine Glocke, die es fassen konnte. Je mehr die Glocke ausgeleert ward, desto tiefer fiel es herab, und zeigte so durch seine verschiedenen Höhen die Grade der Federkraft der unter der Glocke befindlichen Materie an.

Da aber so hohe Glocken, die ein ganzes Barometer fassen, unbequem sind, so hat sich v. Mairan hiezu des abgekürzten Barometers (*Barometer tronqué*) bedienet, welches du Fay (Mém. de Paris, 1734.) beschreibt. Es kömmt in der äußern Gestalt (Taf. VI. Fig. 108.) mit dem Gefäßbarometer, (Taf. III. Fig. 41.) überein, ausgenommen daß es überhaupt nur etwa drey Zoll über der untern Quecksilberfläche hoch ist. Man füllet es nebst dem untersten Theile des Gefäßes ganz mit Quecksilber an, und befestiget es an eine Scale, worauf die drey Zoll seiner Höhe in Linien abgetheilt sind. Es wird beym Gebrauche senkrecht unter der Glocke der Luftpumpe aufgestellt. Auf die ersten Züge erfolgt noch keine Wirkung. Wenn aber die Glocke so weit ausgeleert ist, daß ein gewöhnliches Barometer ungefähr auf 24 Zoll fallen würde, so fängt das Quecksilber bey 3 an sich zu regen. Wenn es auf 2 Zoll herabkömmt, so muß man schließen, daß die noch übrige Elasticität 2 Zoll Quecksilberhöhe halte. Vergleicht man damit den Stand des gewöhnlichen Barometers, z. B. 26 Zoll, so findet sich, was für einen Theil von der Elasticität der äußern Luft dies ausmache, hier $\frac{1}{13}$.

Smeaton (Philos. Trans. Vol. XLVII. art. 69.) hat einen andern Mercurialzeiger angegeben, der auch verstärkte Elasticität unter der Glocke bey Verdichtungen der Luft zu messen geschickt ist. Taf. VI. Fig. 109. ist GFC eine gekrümmte gläserne Röhre, bey C zugeschmolzen. Ihr oberes ofnes Ende reicht bis in die Glocke. Sie hat in beyden Schenkeln Quecksilber, welches, ehe die Pumpe zu arbeiten anfängt, in der wagrechten Linie AB steht; der Raum BC hat Luft von gewöhnlicher Dichte. Wird die Elasticität unter der Glocke vermindert, so dehnt sich die Luft in BC aus, und das Quecksilber steigt bey A. Im

Gegentheile fällt es bey A und steigt bey B, wenn die Elasticität unter der Glocke stärker wird. Sein Steigen und Fallen kan an der Scale HI abgemessen, und dadurch die Elasticität unter der Glocke bestimmt werden.

Es sey die Verdünnung so weit getrieben, daß die Luft in CB sich in den Raum CFD ausgebreitet, und das Quecksilber aus BFA in DE getrieben habe. Wenn die Röhre, wie man hier voraussetzt, durchgehends gleich weit ist, so wird doch die Quecksilbersäule in ihr immer eine gleiche Länge einnehmen. Diese Länge BFA = DE sey = l. Ferner sey CB = a, AE = x; die Barometerhöhe = h; die Quecksilbersäule, die die Elasticität unter der Glocke ausdrückt, = q. Die Luft, die sich vorher in CB = a befand, nimmt itzt den Raum CFD ein. Dieser Raum ist = CB + BFD + DE — AE = $a + l + x - l = a + x$. Sie hat sich also aus dem Raume a in den Raum $a + x$ ausgedehnt, mithin ist dem mariottischen Gesetz der Verdichtungen gemäß (s. **Luft**) ihre Federkraft in dem Verhältnisse $a + x : a$ geringer geworden. Da nun diese Federkraft vorher der Barometerhöhe h gleich war, so muß sie jetzt der Quecksilberhöhe $\frac{ah}{a+x}$ gleich seyn. Ihr drückt aber die Federkraft unter der Glocke = q, und die Quecksilberhöhe ED = l entgegen. Daher $\frac{ah}{a+x} = q + l$ oder

$$q = \frac{ah}{a+x} - l.$$

Dies ist richtig, so lange die Quecksilbersäule ED ganz im längern Schenkel ist. Tritt aber der untere Theil derselben in die Krümmung oder in den kürzern Schenkel, so drückt der Federkraft der Luft in CF nur so viel Quecksilberhöhe entgegen, so hoch die obere Quecksilberfläche über der untern steht. Man nenne dies k, so ist überhaupt

$$q = \frac{ah}{a+x} - k.$$

Wird die Luft unter der Glocke verdichtet, so fällt das Quecksilber bey A und steigt bey B. Hier wird x sowohl als k negativ; die Formel aber bleibt die vorige.

Beyspiel. Es sey CB = a = 3 Zoll; die Barometerhöhe h = 27 Zoll; die Quecksilberfläche A sey um 3 Zoll = x gestiegen, und stehe über der untern Quecksilberfläche 6 Zoll hoch. So ist q, die Federkraft unter der Glocke

$$= \frac{3 \cdot 27}{3+3} - 6 = 7\tfrac{1}{2} \text{ Zoll Quecksilberhöhe.}$$

Wäre A um 1 Zoll gefallen, und stünde also unter der andern Fläche 2 Zoll tief, so würde $q = \frac{3 \cdot 27}{3-1} + 2 = 42\tfrac{1}{2}$ Zoll Quecksilberhöhe seyn.

In der von Herrn Lichtenberg seiner Ausgabe der Errlebenschen Naturlehre vorgesetzten Beschreibung der Smeatonschen Luftpumpe nach Nairne's und Blunts Verbesserungen, ist die eben beschriebne Einrichtung, vermuthlich wegen der Schwierigkeit, Röhren von durchaus gleichem Durchmesser zu bekommen, und wegen der beschwerlichen Rechnung, wieder abgeändert, und mit einem gewöhnlichen Hawksbeeschen Elasticitätszeiger zum Maaße der verminderten Elasticitäten vertauscht. Es ist hiebey nur der Unterschied, daß die Barometerröhre nicht, wie Taf. VI. Fig. 107., unmittelbar in die zur Glocke führende Röhre eingelassen ist, sondern erst in eine messingne Büchse geht. Aus dem Deckel dieser Büchse geht dann erst eine gekrümmte Röhre hervor, welche mit dem zur Glocke führenden Canale Gemeinschaft hat. Die Absicht dieser Einrichtung ist, zu verhindern, daß, wenn ja durch irgend ein Versehen einmal, während Quecksilber in der Röhre ist, die äußere Luft von unten zudränge, dasselbe nicht in die Maschine gespritzt werde, sondern sich in der mit einem Kütt überzognen Büchse sammle, und wieder in das Gefäß herablaufe. Verstärkte Elasticität zu messen, ist eine kleine horizontale gläserne Röhre angebracht, die an einem Ende zugeschmolzen, mit dem andern ofnen

aber in Verbindung mit dem Canale ist, durch den die Luft unter die Glocke geht. In diesem Canale ist die Luft eben so stark verdichtet, als unter der Glocke selbst. Um den Grad der Federkraft zu messen, läst man einen Tropfen Quecksilber in dieses Röhrchen, aber nicht allzunahe an das zugeschmolzene Ende, laufen. Hat man nun die Distanz des Tropfens von diesem Ende im natürlichen Zustande der Luft gemessen, so kan man aus der Abnahme dieser Distanz beym Verdichten den Grad der Federkraft nach dem mariottischen Gesetze finden. Diese Abmessungen zu erleichtern, liegt das Röhrchen auf einer elfenbeinernen Scale.

Alle diese Einrichtungen geben nur die absolute Elasticität der unter der Glocke befindlichen Materie an. Sie würden zugleich die Dichtigkeit angeben, wenn man versichert seyn könnte, daß die specifische Elasticität dieser Materie während der Arbeit immer dieselbe bliebe. Dies läst sich allenfalls annehmen, wenn man die Luft mit der Pumpe verdichtet, aber nicht, wenn man sie verdünnt. Denn im letzten Falle steigen aus dem Körper der Pumpe elastische Dämpfe auf, welche die Stelle der Luft einnehmen, und auf den Elasticitätszeiger mit wirken. Aus diesem Grunde hat Smeaton, um den Grad der Dichtigkeit oder Verdünnung der Luft zu messen, ein ganz anderes Instrument angegeben, s. Birnprobe.

Diejenigen haben also geirret, welche aus dem Elasticitätszeiger auf die Verdünnung der Luft geschlossen haben. Daher entstehen die grosen Unterschiede zwischen den aus der Barometerprobe und den aus der Birnprobe geschloßnen Verdünnungen. Nairne (Philos. Trans. Vol. LXVII. no. 22.) hat die Wirkungen einer Smeatonschen Luftpumpe durch beyderley Proben untersucht. Er konnte die Ausleerung der Luft bis über das 1000fache treiben; aber es stieg so viel Feuchtigkeit und Dampf auf, daß die ganze in der Glocke befindliche Materie kaum über 70 bis 80mal dünner, als die äußere Luft, werden konnte. Die Vergleichung der Birnprobe mit der Barometerprobe bestimmt, was für ein Theil der ganzen unter der Glocke be-

findlichen Materie aus Luft, und welcher Theil aus aufgestiegnen Dämpfen bestehe.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathematik, VI. Th. Pneumatik, 5 Absch. §. 50 u. f.

Lichtenberg Beschreibung der Smeatonschen Luftpumpe, in dessen Ausgabe der Erxlebenschen Anfangsgründe der Naturlehre.

**Elastisch**, Elasticum, *Elastique*. So heißt ein Körper, der in eine andere Gestalt gebracht, oder in einen engern Raum zusammengedrückt, seine vorige Gestalt oder seinen vorigen Raum wieder einnimmt, wenn die Kraft, welche die Veränderung bewirkte, nachläßt, s. Elasticität.

Es sind eigentlich alle bekannte Körper elastisch; man pflegt aber insgemein nur diejenigen so zu nennen, welche es in sehr merklichen Graden sind. Dahin gehören unter den festen Körpern die Schwämme, Zweige der lebenden Bäume und Pflanzen, die Wolle, Baumwolle, Haare, Federn, das elastische Harz, die Stahlfedern, elfenbeinerne und marmorne Kugeln, Leder und Häute Metall- und Darmsaiten, hänfene Seile u. dgl. Unter den flüßigen die Dämpfe und Gasarten.

Die elastischen festen Körper heißen auch **federharte, federnde Körper**.

**Elektricität**, Electricitas, *Electricité*. Derjenige Zustand eines Körpers, in welchem er leichte Körper, die ihm genähert werden, anzieht, und darauf wieder zurückstößt, gegen gewisse ihm genäherte Körper, z. B. den Finger, einen leuchtenden und stechenden Funken mit einem knisternden Schalle giebt, einen Phosphorusgeruch verbreitet, und noch andere bald umständlicher anzuführende Wirkungen äußert, auch andere Körper, die mit ihm verbunden werden, in den Stand setzt, eben diese Wirkungen hervorzubringen. Alles dieses nennt man elektrische Erscheinungen, und den Körper selbst in diesem Zustande elektrisirt.

Man versteht aber unter dem Worte Elektricität nicht allein diesen Zustand des Körpers, sondern oft auch die Ursache desselben, die uns jedoch, wie die meisten Ursachen der Erscheinungen, noch sehr unbekannt ist. In diesem Sinne ist das Wort Elektricität, wie das Wort Kraft und andere ähnliche, ein bloßer Nothbehelf, um etwas anzuzeigen, das man nicht kennt und doch oft nennen muß, und wird gebraucht, wie man in der Algebra die Buchstaben x und y zu gebrauchen pflegt.

Ich nehme hier das Wort in dem zuerst angeführten Sinne für den Zustand des elektrisirten Körpers, oder für den Inbegrif der elektrischen Erscheinungen. Um nun diesen Begrif von Elektricität, so viel hier möglich ist, aufzuklären, werde ich zuerst die elektrischen Erscheinungen selbst, nebst den Mitteln, sie hervorzubringen, und ihren bisher bekannt gewordenen Gesetzen anführen, zuletzt aber eine kurze Geschichte der Elektricität und eine Nachricht von den Meinungen der Physiker über die Ursache derselben beyfügen.

## Elektrische Erscheinungen.

Wenn man eine reine und trockne Glasröhre mit der einen Hand hält, und mit der andern ebenfalls reinen und trocknen Hand oder einem wollenen Lappen durch abwechselndes Auf- und Niederwärtsstreichen reibt, dann aber dieselbe einem kleinen leichten Stückchen Papier, einem Faden, Metallblättchen u. dgl. nähert; so wird die geriebene Röhre den leichten Körper zuerst anziehen, bald darauf wieder von sich stoßen, dann, wenn er den Tisch berührt hat, ihn aufs neue anziehen, und so eine Zeitlang abwechselnd fortfahren.

Wenn man sich der elektrischen Glasröhre mit dem Finger, etwa bis auf einen halben Zoll, nähert, so sieht man zwischen beyden einen leuchtenden Funken, der mit einem knisternden Schalle hervorbricht, und empfindet im Finger etwas, wie das Stechen einer Nadelspitze.

Ist die Glasröhre sehr lange gerieben und stark elektrisirt worden, so wird man einen süßlichen Geruch, wie nach

Harnphosphorus, verspüren, und wenn man ihr mit dem Gesicht nahe kömmt, etwas fühlen, gleichsam als ob ein feines Spinnengewebe gegen die Haut flöge.

Diese angeführten Merkmale, das Anziehen und Zurückstoßen leichter Körper, der Funken, der Phosphorusgeruch, das Gefühl von Spinnweben sind die allgemeinsten Kennzeichen der Elektricität. Das erste zeigt sich schon bey den schwächsten Graden derselben; die beyden letztern aber sind nur bey den stärkern Graden anzutreffen. Andere elektrische Erscheinungen äußern sich nur unter besondern Umständen und Veranstaltungen.

Eben das erfolgt auch, wenn man ein Stück Bernstein, Gummi Copal, Porcellan, Siegellack, Schwefel, einen hölzernen wohl ausgetrockneten und gewärmten Stock, ein seidnes Band reibt. Man kan überhaupt sagen, daß es beym Reiben aller Körper erfolge, wiewohl bey sehr vielen, z. B. bey allen Metallen, in einem höchst geringen, nur durch besondere Mittel zu bemerkenden Grade. Solche Körper, wie die oben genannten, die durch Reiben stark und merklich elektrisirt werden, heißen elektrische, an sich elektrische Körper, Nicht-leiter; die durch Reiben nicht elektrisirt zu werden scheinen, wie die Metalle, nennt man unelektrische Körper, Leiter.

Es lassen sich alle natürliche Körper in Nicht-leiter und Leiter theilen. Beyspiele von beyden Classen findet man bey den Worten: Elektrische Körper, Leiter. Aber die Grenzen dieser Classen laufen so in einander, daß man weder einen vollkommnen elektrischen Körper, noch einen vollkommnen Leiter kennt, daß sich durch zufällige Umstände oft Nicht-leiter in Leiter rc. verwandeln, und daß es bey vielen Körpern, z. B. trocknen Marmorplatten, trocknem nicht gewärmten Holze rc. ungewiß ist, zu welcher Classe sie gehören. Man nennt diese Halbleiter, schlechte Leiter. Ein merkwürdiger Gebrauch solcher Körper ist bey dem Worte: Condensator der Elektricität, angegeben worden.

Man nennt die Hand, oder überhaupt das, was den elektrischen Körper reibt, das Reibzeug, und eine Ma-

schine, die durch ein beständiges Reiben ein Glas oder einen andern elektrischen Körper elektrisiret, eine Elektrisirmaschine.

Wenn man an das Ende der elektrisirten Glasröhre einen Metalldrath, so lang er auch sey, anbringt, und eine metallne Kugel daran befestiget, so zeigen Drath und Kugel alle elektrische Erscheinungen eben sowohl, als die Glasröhre selbst. Man sagt daher, die Elektricität der Glasröhre gehe in die Kugel über, oder theile sich derselben mit. Zum Unterschiede nennt man die durchs Reiben erregte Elektricität des Glases ursprüngliche, die in das Metall übergegangene aber mitgetheilte Elektricität.

Verbindet man hingegen die Metallkugel mit der Glasröhre durch eine seidne Schnur, so giebt in diesem Falle die Kugel kein Zeichen einer Elektricität von sich. Man sieht hieraus, daß die Seide die Elektricität nicht überführe, oder daß sie die Mittheilung derselben verhindere. Dies thun alle an sich elektrische Körper, und eben das ist die Ursache, warum sie auch Nicht-leiter genannt werden. Der Metalldrath im vorigen Falle leitete die Elektricität der Glasröhre in die Kugel; dies thun alle unelektrische Körper, und eben darum heißen sie Leiter oder Conductoren.

Wenn ein Körper mit lauter Nicht-leitern umgeben ist, so heißt er isolirt. Da die trockne Luft unter die Nicht-leiter gehört, so ist ein Körper, der in der Luft an seidnen Schnüren hängt, auf einem Glasfuße steht, auf trocknem Holze ruht u. dgl., isolirt. Ein solcher Körper kan seine Elektricität nicht mittheilen, weil er lauter Nichtleiter berührt, die sie nicht überführen können.

Das Wasser, und alle flüßige Körper, Luft und Oele ausgenommen, sind gute Leiter. Daher verwandlen sich alle Nicht-leiter in Leiter, wenn sie feucht werden. Selbst die Luft leitet, wenn sie feucht ist; dies macht, daß elektrische Versuche in feuchten Zimmern schlecht oder gar nicht von statten gehen, weil jeder elektrisirte Körper seine Elektricität bald an die feuchte Luft, die ihn umringet, abgiebt. Der feuchte Erdboden ist ein sehr guter Leiter; durch eine

leitende Verbindung mit demselben, oder mit einem fließenden Wasser, welches mit der ganzen Wassermasse der Erdkugel in Verbindung steht, vermag man die stärksten Elektricitäten abzuleiten.

## Entgegengesetzte Elektricitäten.

Die Person, welche die Röhre reibt, oder überhaupt das Reibzeug, wird durch dieses Reiben zugleich mit elektrisiret. Ist es mit Leitern und durch diese mit dem Erdboden verbunden, so wird man seine Elektricität zwar nicht wahrnehmen, weil sie sich augenblicklich durch die Leiter der Erde mittheilt; ist es aber isolirt, so zeigt es die elektrischen Erscheinungen ebenfalls. Aber es findet sich zwischen den Elektricitäten der Röhre und des Reibzeuges der merkwürdige Unterschied, daß das, was die Röhre anzieht, in eben dem Zustande vom Reibzeuge zurückgestoßen wird.

Wenn ein isolirter leichter Körper, z. B. ein Stückchen Kork, an einem seidnen Faden, der Röhre genähert, von ihr angezogen und wieder zurückgestoßen worden ist, so wird dieser Körper, wofern er nicht inzwischen einen Leiter berührt hat, nicht weiter von der Röhre angezogen, sondern beständig zurückgestoßen. Nähert man ihn aber in diesem Zustande dem Reibzeuge, so zieht ihn dieses stark an. Es stößt ihn aber bald hernach wieder ab, und in diesem Zustande zieht ihn die Röhre stark an.

Mehrere isolirte, z. B. an seidnen Fäden hängende, Korkkügelchen, welche die Röhre angezogen und wieder abgestoßen hat, stoßen sich unter einander selbst zurück. Auch Kügelchen, welche das Reibzeug angezogen und wieder abgestoßen hat, stoßen einander selbst zurück. Beyde behalten dieses Merkmal der Elektricität, wenn sie gut isolirt sind, eine ziemliche Zeit lang. Bringt man aber ein Kügelchen, das die Röhre berührt hat, gegen eines, das das Reibzeug berührt hat, so ziehen beyde einander an, und verlieren ihre Elektricität sofort gänzlich, daß auch nicht die mindeste Spur davon zurückbleibt.

Wie man Größen, die beym Zusammenkommen einander vermindern, und, wenn sie gleich sind, aufheben, entgegengesetzte nennt, so kan man hier die Elektricitäten des Glases und seines Reibzeugs als entgegengesetzte betrachten, und jene mit + E. diese mit — E bezeichnen. Die angeführten Erscheinungen geben alsdann den Satz: Gleichartige Elektricitäten stoßen sich zurück; entgegengesetzte ziehen sich an. Die Glasröhre zog die Korkkugel an, theilte ihr aber ihr + E mit, und stieß sie darauf zurück, weil beyde nun + E hatten. Das Reibzeug zog die andere Kugel an, gab ihr — E. und stieß sie darauf ab, weil beyde — E hatten. Die mehrern Kugeln, die + E hatten, stießen einander ab, so wie die mehrern, die — E hatten. Aber eine Kugel mit + E und eine mit — E zogen sich an, und verloren durch die Mittheilung alles E. weil + E — E = 0. Dies ist nichts weiter, als eine kurze und bequeme Art, sich über die Erscheinungen auszudrücken, wozu man sonst viel mehr Worte braucht.

Reibt man, statt der Glasröhre, eine Stange Siegellack oder einen Harzkuchen mit der Hand, oder noch besser mit einem Hasen- oder Katzenbalge, so bekömmt das Siegellack, Harz ꝛc. — E, und das Reibzeug, wenn es isolirt ist, + E. Denn eine Korkkugel, der man an einer geriebenen Glasröhre + E gegeben hat, wird von einer andern, die das Siegellack berührt hat, angezogen, und von der, die das Reibzeug des Siegellacks berührt hat, abgestoßen.

Daher hat du Fay, der die entgegengesetzten Elektricitäten zuerst bemerkte (Mém. de Paris 1733.), ihnen die Namen der Glas- und Harzelektricität (*electricité vitrée et résineuse*) beygelegt; Franklin nannte sie positive und negative oder Plus- und Minus-Elektricität, und Herr Lichtenberg (Comment. super nova methodo etc. in Commentat. Soc. Gotting. Class. Mathem. To. I.) hat dafür die bequemen Bezeichnungen + E und — E eingeführet.

Das Reibzeug zeigt, wenn es isolirt ist, allezeit die entgegengesetzte Elektricität von derjenigen, welche der geriebene elektrische Körper erhalten hat. Man kan aber fast allen elektrischen Körpern nach Gefallen + E oder — E geben, je nachdem man das Reibzeug anders wählt, oder den Druck beym Reiben verstärkt. Kleine Veränderungen auf der Oberfläche der Körper, ein verschiedener Grad der Trockenheit, oder eine verschiedene Anwendung einer und ebenderselben Materie bringen oft eine ganz andere Elektricität hervor. Doch scheint die Regel sich gröstentheils zu bestätigen, daß beym Aneinanderreiben zwoer Materien die am meisten elektrische oder die glätteste + E, die am wenigsten elektrische oder die rauheste aber — E erhalte. Glattes Glas erhält + E von jedem Reibzeuge, nur vom Katzenbalge, welcher in hohem Grade elektrisch ist, wird es — E. Mattgeschliffenes Glas hingegen erhält, mit Wollenzeuge, Holz, Papier, Siegellack und der Hand gerieben, — E. Das Siegellack erhält von jedem Reibezeuge — E. Gedörrtes Holz mit Flanell gerieben, erhält — E, mit Seide + E. Sind sich ein paar elektrische Körper völlig gleich, und werden an einander gerieben, so wird der stärker geriebene — E, der andere + E. Ein seidnes Band A z. B., das man über einem andern völlig gleichen B so hin und herzieht, daß das ganze A nur einen kleinen Theil von B reibt, erhält + E, B hingegen — E.

Die seidnen Bänder und Strümpfe zeigen in dieser Absicht sehr merkwürdige und auffallende Erscheinungen, welche von Symmer (Philos. Transact. Vol. LI. P. I. no. 36.) und Cigna (Miscell. societ. Taurinensis, ann. 1765. S. 31. u. f.) beschrieben worden sind. Ueberhaupt scheinen seidne Bänder, zwischen zween Leitern gerieben, — E, zwischen zween elektrischen Körpern aber, die durch Reiben negativ elektrisirt werden, + E zu erhalten. Weiße Bänder zwischen Glas und einem Leiter erhalten schwach gerieben + E, stark gerieben — E. Legt man zwey weiße Bänder über einander, und reibt sie so zwischen zwoen verschiednen Flächen, so wird dasjenige, welches Glas oder

Leiter berührt hat, — E. das, so Siegellack, Schwefel, schwarze Seide, Holz ꝛc. berührt hat, + E erhalten. Schwarze Seide neigt sich mehr zu — E, weiße zu + E; ob es gleich nicht sowohl auf die Farbe, als auf die färbende Materie ankömmt, indem weiße Seide, in Gallaäpfeldecoct getaucht, sich völlig wie schwarze verhält. Wenn man daher schwarze Seide an weißer reibt, so erhält die erste — E, die leztere + E.

Zieht man bey kaltem trocknen Wetter einen weißen und einen schwarzen seidnen Strumpf (beyde wohl getrocknet) über einander, trägt sie einige Stunden lang, zieht sie dann zusammen aus, und nun so aus einander, daß man den äußern nur am untern, den innern nur am obern Ende berührt, so hat der weiße + E, der schwarze — E. Zween so behandlete weiße Strümpfe stoßen einander ab, eben so zween schwarze. Ein weißer und ein schwarzer aber ziehen einander an. Hält man sie in einiger Entfernung von einander, so blasen sie sich durch die Wirkung des Anziehens dergestalt auf, daß sie die völlige Gestalt des Beins zeigen. Bringt man sie näher an einander, so fahren sie mit Gewalt zusammen, das Aufblasen verschwindet, und sie liegen platt und dicht an einander. Alles dies erfolgt völlig dem oben angeführten Gesetze des Anziehens und Abstoßens gemäß.

Es ist aber sehr schwer, überhaupt anzugeben, was für eine Elektricität erfolgen werde, wenn man zween gegebne Körper an einander reibt, und die beygebrachten Regeln leiden sehr viele Ausnahmen. Wenn gleich sonst seidne Bänder, zwischen zween Leitern gerieben, — E erhalten, so nehmen sie doch, zwischen Goldpapier gerieben, + E an, u. dgl. Selbst der Satz, daß das Reibzeug die entgegengesetzte Elektricität von der des geriebnen Körpers erhalte, scheint Ausnahmen zu leiden. Federkiele, an einander gerieben, erhalten oft beyde + E. Nach Adams (Versuch über die Elektr. S. 3.) soll, wenn man eine Siegellackstange zerbricht, das eine Ende + E, das andere — E zeigen. Herr Lichtenberg (Erxleb. Naturl. Anm. zu §. 514.) bemerkt aber sehr richtig, daß insgemein das

eine Ende stark — E, das andere schwach — E, oder fast gar kein E zeige. Die ganze Stange nemlich hatte durchs Anfassen mit der Hand vor dem Zerbrechen — E erhalten; dies ward beym Zerbrechen in dem einen Ende verstärkt, in dem andern nur geschwächt, weil das entstandne + E nicht hinreichend war, es ganz zu zerstören. Dieses Beyspiel zeigt, wie schwer solche Versuche sind, deren Resultate durch die geringsten Umstände verändert werden können.

Man hat aus den hierüber von **Boulanger, Wilson, Wilke, Bergmann** u. a. angestellten Versuchen Tabellen gezogen, in denen sich leicht übersehen läst, welche Elektricität gegebne Körper erhalten, wenn sie mit andern gegebnen gerieben werden. **Cavallo**, auch **Lichtenberg** haben solche Tabellen mitgetheilt, ingleichen **Donndorf** (Lehre von der Elektricität, Erfurt 1784. 8.).

Daß übrigens die beyden erwähnten Elektricitäten den Namen der entgegengesetzten in der That verdienen, erhellet außer dem schon oben angeführten aus noch mehrern Versuchen. Zwischen zween Körpern, wovon der eine + E, der andere in gleichem Grade — E zeigt, spielt ein dritter leicht beweglicher, z. B. eine Korkkugel an einem seidnen Faden hängend, hin und her, und wird wechselsweise von dem einen und dem andern angezogen und abgestoßen. Dadurch wird immer ein Theil der Elektricität des einen in den andern übergeführt, bis endlich beyde ihre Elektricitäten völlig verloren haben. Auch wird ein isolirter Leiter gar nicht elektrisirt, wenn er mit einem + E und einem gleich starken — E zugleich verbunden ist. Die Zeichen + und — sind also hier nicht blos willkührlich, sondern wissenschaftlich. Sie drücken Zustände aus, die bey der Verbindung mit einander sich vermindern, und wenn sie gleich sind aufheben.

Man kennt und unterscheidet sie am leichtesten vermittelst der gewöhnlichen Elektrometer aus Korkkügelchen, die an leinenen Fäden von einem Glasstäbchen herabhängen, s. **Elektrometer**. Hat man diese Kügelchen an eine geriebene Glaskugel oder an einen mit derselben verbunde-

nen Leiter gebracht, so haben sie + E erhalten, und stoßen einander selbst zurück. In diesem Zustande sind sie geschickt, die Elektricität eines jeden Körpers damit zu untersuchen. Sie ist + E, wenn der Körper die Kugeln zurückstößt, — E, wenn er sie anzieht. Man sieht leicht, daß sich eben diese Untersuchung auch mit Kugeln, welche — E haben, anstellen läst; der untersuchte Körper hat — E, wenn er diese Kugeln zurückstößt, + E, wenn er sie anzieht.

Inzwischen kan diese Untersuchung trügen, wenn die Elektricitäten des Elektrometers und des untersuchten Körpers an Stärke sehr ungleich sind, weil alsdann der Einfluß der Wirkungskreise sehr stark wird, s. **Wirkungskreise, elektrische**. Man thut also am besten, wenn man das Elektrometer nicht unmittelbar an den zu untersuchenden Körper selbst, sondern an ein anderes Elektrometer bringt, das mit diesem Körper in Berührung gewesen ist, wobey der Erfolg übrigens der nemliche bleibt.

Sonst unterscheiden sich beyde Elektricitäten auch in Absicht auf die Erscheinungen ihres Lichts im Dunkeln. Wenn man einem positiv elektrisirten Körper eine leitende Spitze entgegen hält, so zeigt sich an derselben ein leuchtender **Punkt oder Stern**. Hält man hingegen eben diese Spitze gegen einen Körper, der — E hat, so zeigt sich statt des Sterns ein **Feuerbüschel**, dessen Stralen von der Spitze aus divergiren. Ist der elektrisirte Körper selbst mit einer Spitze versehen, und hält man einen platten Leiter dagegen, so sind die Erscheinungen umgekehrt; der Stern zeigt sich, wenn der Körper — E, der Feuerbüschel, wenn er + E hat. Sind beyde, sowohl der elektrisirte Körper, als der Leiter, zugespitzt, so zeigt sich am Körper eben diese Erscheinung, am Leiter die entgegengesetzte. So giebt **Beccaria** (Elettricismo artificiale, 1753. 4. S. 63.) die Erscheinungen an, und ihm folgen **Cavallo** und die meisten Vertheidiger des Franklinischen Systems; nach andern Experimentatoren aber ist das, was hier der Stern heißt, ebenfalls ein Feuerbüschel, nur nicht so groß, als jener, und mit weniger Geräusch begleitet. In dem Falle wenigstens, da zwo Spitzen gegen einander gekehrt sind,

ist gar nicht zu läugnen, daß man an beyden Feuerbüschel sieht, welche ihre Grundflächen gegen einander kehren; obgleich der größere allemal an derjenigen Spitze ist, welche +E hergiebt, oder —E annimmt.

Man hat auch darinn einen Unterschied zwischen dem +E und —E finden wollen, daß sich bey verschiedenen Versuchen ein Ausströmen einer Materie aus denjenigen Körpern, welche +E haben, und ein Eindringen in diejenigen, welche —E haben, zeige; gerade so, als ob das +E in einem Ueberflusse, das —E aber in einem Mangel dieser Materie bestünde. Ich gestehe aber, daß mich noch keiner dieser Versuche von der Wahrheit der gedachten Behauptung hat überführen können. Viele Wirkungen der Elektricität scheinen auch so zu erfolgen, als ob aus denjenigen Körpern, welche —E haben, etwas ausgienge, wenn sie dieses —E verlieren, und überhaupt läst sich bey den elektrischen Versuchen die Richtung der leuchtenden Ströme und Funken gar nicht mit Deutlichkeit unterscheiden.

Wenn man elektrischen Scheiben durch aufgesetzte metallene Körper Elektricität mittheilet, und dann diese Scheiben mit Harzstaub, Bärlapp, oder einem andern elektrischen Pulver dünn bestreuet, so bildet dieses Pulver Sterne, Sonnen und andere Figuren, welche bey +E ganz anders, als bey —E, ausfallen. Herr Prof. Lichtenberg (Nov. Comm. soc. Gotting. To. III. p. 168. ingl. Commentat. Soc. Gotting. Class. Mathem. To. I.) hat diese Figuren für beyderley Elektricitäten beschrieben und abbilden lassen.

## Erregung der ursprünglichen Elektricität.

Die Mittel, in elektrischen Körpern die ursprüngliche Elektricität zu erregen, sind das Reiben, bey einigen das Schmelzen, und das Erwärmen oder Erkälten.

Das Reiben ist das allgemeinste und gewöhnlichste derselben. Fast alle an einander geriebene Materien er-

halten einige Elektricität. Nur vertheilt sich dieselbe, wenn es Leiter sind, augenblicklich durch die ganze Substanz derselben, und wird daher sehr gering, da hingegen in den Nichtleitern ein Theil den andern isolirt, und der erregten Elektricität nicht erlaubt, sich zu verbreiten. Man reibt die Nicht-leiter an den Reibzeugen entweder blos mit Hülfe der Hand, oder durch eigene Maschinen, von denen der Artikel: Elektrisirmaschine, ausführlichere Nachricht gegeben wird. Ist das Reibzeug isolirt, so erhält man nie eine starke Elektricität; man muß es daher, um beträchtlichere Grade zu erhalten, durch gute Leiter mit der feuchten Erde verbinden.

Durch das Schmelzen kan man die Elektricität des Schwefels, Wachses, Siegellacks, der Chokolate ꝛc. erregen. Schwefel in einem irdenen Gefäße geschmolzen, auf einem Leiter abgekühlt, und dann aus dem Gefäße genommen, wird stark elektrisirt. In einem gläsernen Gefäße geschmolzen und abgekühlt, erhält er ein starkes —E, und das Glas +E, besonders, wenn die Abkühlung auf Leitern geschehen, oder das Glas mit Metall belegt gewesen ist. Geschmolzener Schwefel in metallne Gefäße gegossen, zeigt abgekühlt keine Elektricität, nimmt man ihn aber heraus, so hat er +E, das Metall —E. Die Elektricität hört auf, sobald man ihn wieder ins Gefäß setzt. Chokolate, zerlassen und in zinnernen Pfannen abgekühlt, wird stark elektrisirt, behält auch, wenn man sie herausnimmt, diese Eigenschaft eine Zeitlang. Sie wird von neuem elektrisiret, wenn man sie wiederum zerläst, und auf Zinn abkühlet, und wenn sie nach einigen Wiederholungen diese Eigenschaft verliert, so kan man ihr dieselbe durch etwas Baumöl wiedergeben.

Diese Erregung der Elektricität durch Schmelzen läßt sich vielleicht aufs Reiben zurückführen; denn ein geschmolzener Körper kan nie ohne Reiben erhärten oder vom Gefäße getrennt werden, auch geschieht hier das Reiben unter sehr vortheilhaften Umständen, nemlich bey genauer Berührung und höchster Trockenheit.

Durch bloßes Erwärmen und Abkühlen lassen sich der Turmalin, der mit ihm verwandte Schörl und sehr viele Edelsteine elektrisiren, s. Turmalin.

Man weiß nunmehr auch mit Gewißheit, daß Aufbrausen und Ausdünstung Elektricität erzeuge. Kirwan that Eisenfeile in ein isolirtes Gefäß, und das Elektrometer zeigte — E, sobald er Vitriolöl darauf goß. De Machy fand feuchten Zwirn elektrisirt sobald er anfieng auszudünsten. Ein isolirtes Feuerbecken mit Kohlen zeigt — E, wenn Wasser auf die Kohlen gegossen wird, ein Zeichen, daß der aufsteigende Dampf + E habe.

## Mittheilung der Elektricität.

Ein elektrisirter Körper theilt seine Elektricität andern ihn berührenden mit, und verliert dadurch so viel, als er mitgetheilt hat. Ist er ein Leiter, so vertheilt sich dieser Verlust durch seine ganze Substanz, und alle seine Theile zeigen nun die elektrischen Erscheinungen schwächer; ist er aber ein Nicht-leiter so betrift der Verlust nur die berührte Stelle weil der Körper nicht seine ganze Elektricität von den übrigen Theilen bis an diese Stelle zusammen leiten kan. So benimmt man einer geriebnen Glasröhre durch Berühren mit dem Finger ihre Elektricität nur an dieser Stelle; um sie ihr ganz zu entziehen, muß man sie mehreremal und an vielen Stellen berühren. Einem Metallstabe aber entzieht die Berührung eines mit der Erde verbundenen Leiters alle seine Elektricität auf einmal.

Wie viel ein Körper durch Berührung anderer verliert, das kömmt darauf an, ob diese andern viel oder wenig annehmen. Ein Nicht-leiter nimmt fast nichts oder sehr wenig an, und dies nur an der berührenden Stelle; ein Leiter nimmt mit seiner ganzen Substanz oder Fläche an, und wenn er mit der Erde in einer leitenden Verbindung steht, daß also die ganze leitende Materie des Erdbodens mit in diese Substanz einzurechnen ist, so nimmt er an, so viel er bekommen kan, und erschöpft die stärksten Grade von Elektricität.

Ist aber der die Elektricität annehmende Leiter isolirt, so theilt ihm ein anderer elektrisirter Leiter, der von ihm berührt wird, nur einen gewissen Theil seiner Elektricität mit. Man sollte vermuthen, es werde sich hiebey die Mittheilung der Elektricität nach der Größe der Massen richten, aber die Versuche zeigen vielmehr, daß sie nach dem Verhältnisse der Oberflächen und der Ausdehnungen in die Länge erfolge. Berühren einander zween isolirte Leiter, deren Oberflächen gleich und ähnlich sind, so vertheilt sich die Elektricität unter beyde gleichförmig. Sind die Oberflächen gleich, aber unähnlich, z. B. ein Quadratfuß Zinnfolie in regulärer Gestalt, und ein Quadratfuß davon in Form eines langen Streifs, so wird der lange Streif mehr Elektricität, als das Quadrat, erhalten. Sind endlich die Oberflächen ungleich und unähnlich, so sind die erhaltenen Elektricitäten im zusammengesetzten Verhältniß der Oberflächen und der Längen.

Die stärkern Grade der Elektricität durchdringen gute Leiter von beträchtlicher Länge mit einer bewundernswürdigen und fast unbegreiflichen Geschwindigkeit; schwächere Grade scheinen doch einige Zeit zu brauchen, wenn sie lange und unvollkommne Leiter durchdringen sollen.

Es folgt aus diesen Sätzen sehr natürlich, daß man, um die Elektricität eines Körpers eine Zeitlang zu erhalten, ihn isoliren oder mit lauter Nicht-leitern umringen müsse, die wenig oder nichts von seiner Elektricität annehmen. Daß die Luft ein solcher ist, kömmt uns sehr zu statten. Wäre sie ein Leiter, so würde man fast gar keine elektrische Versuche anstellen können; jeder Körper würde seine Elektricität ihr augenblicklich mittheilen. So aber ist ein Körper in der Luft isolirt, wenn er an seidnen Schnüren hängt, auf Glas oder Pech steht u. s. w. Da aber doch die Luft etwas Elektricität annimmt, und überdies leitende Theilchen in ihr schweben, so verliert jeder Körper, auch isolirt, seine Elektricität nach einiger Zeit, und dies gar bald, wenn die Luft feucht und mit Dünsten erfüllt ist.

Die Mittheilung geschieht aber nicht allein bey der Berührung, sondern auch schon in einiger Entfernung.

In diesem Falle ist sie mehrentheils sichtbar, wenigstens im Dunkeln, und erfolgt entweder durch Uebergang in Gestalt eines Funkens, oder durch Ueberströmen in Gestalt eines Lichts oder Feuerbüschels. Man kan im Ganzen genommen behaupten, daß Funken entstehen, wenn die Enden der einander genäherten Körper stumpf oder abgerundet sind, daß sich Ströme oder Feuerbüschel zeigen, wenn beyde Körper, oder auch nur einer, sich in Spitzen enden, und daß die ebne oder platte Gestalt der genäherten Flächen der Mittheilung sehr ungünstig sey.

Wenn nemlich einem elektrisirten Körper in gehöriger Entfernung ein anderer nicht elektrisirter, vorzüglich ein Leiter, dargestellt wird, so äußert sich zwischen beyden eine Anziehung, die desto stärker wird, je näher sie einander kommen (ist der eine Körper leicht genug, so reißt ihn diese Anziehung bis zum andern fort). Wird endlich die Anziehung sehr stark, und sind die Körper abgerundet, so entsteht zwischen beyden der elektrische Funken, durch welchen so viel Elektricität übergeht oder mitgetheilt wird, als zu Herstellung des Gleichgewichts zwischen beyden Körpern nöthig ist, s. Funken, elektrischer. Die Weite, in welcher dieses geschieht, heißt die Schlagweite. Nachher findet man die Elektricität eben so unter beyde Körper vertheilt, als ob sie sich berührt hätten. Sind z. B. beyde Körper Leiter, und ist der, der den Funken empfieng, mit der Erde verbunden, so wird durch denselben die ganze Elektricität hinweggenommen. Ist der elektrisirte Körper ein Nicht-leiter, so ist der Funken schwach; er theilt nemlich nur die Elektricität derjenigen Stellen mit, welcher der andere Körper am nächsten kömmt.

Bey Versuchen, wo man starke Funken, oder überhaupt starke Uebergänge der Elektricität zur Absicht hat, werden aus diesem Grunde die Funken nie aus dem geriebenen Nicht-leiter selbst gezogen. Man verbindet vielmehr mit dem geriebenen Körper einen isolirten metallischen Leiter, welchem jener seine Elektricität mittheilen muß, und aus dem man die Funken ziehet. Dies ist der sogenannte

Hauptleiter, erste Leiter, Conductor, dessen Einrichtung bey dem Worte: Elektrisirmaschine, beschrieben wird.

Endiget sich der Leiter, der dem elektrisirten Körper entgegengestellt wird, in eine Spitze, so entsteht nicht so leicht ein Funken, aber die Mittheilung erstreckt sich nun auf eine viel größere Weite, und erfolgt durch ein anhaltendes oft mit einem Geräusch begleitetes Ueberströmen, wobey sich im Dunkeln die oft erwähnten Feuerbüschel zeigen. Eben dies geschieht, wenn der elektrisirte Körper selbst ein Leiter und in eine Spitze geendet ist, auch wenn beyde Körper spitzig sind. Eben dies sind die Fälle, wo nach einigen die + E verlierende oder — E erhaltende Spitze einen Feuerbüschel, die — E verlierende oder + E erhaltende hingegen einen Stern oder Punkt zeigen soll. Mittheilende und annehmende Spitzen zeigen allezeit Licht, nur ausgebreiteter und stärker, wenn sie + E als wenn sie — E hergeben. Auch fühlt man an der Spitze eine gelinde Bewegung der Luft, wie ein Blasen, das allezeit von der Spitze aus niemahls auf sie zu geht. Uebrigens wird von diesem Phänomen bey dem Worte Spitzen besonders gehandlet werden.

Platte Flächen theilen sich, wenn sie einander genähert werden, die Elektricität nur schwerlich mit, und wenn ein Funken oder ein Ausströmen entsteht, so geschieht dies am ersten an einer Stelle, wo etwa auf der einen oder andern Fläche eine Erhabenheit hervorragt. Auf einen geriebenen Harzkuchen kan man eine glatte Metallplatte ganz aufsetzen, und eine Zeitlang stehen lassen, ohne daß sie dem Kuchen das geringste von seiner Elektricität entzöge, s. Elektrophor.

Wenn den Nicht-leitern Elektricität mitgetheilt wird, so breitet sich dieselbe nicht über ihre ganze Fläche aus, sondern bleibt auf die Stelle, die sie getroffen hat, eingeschränkt. Um die Mittheilung stärker zu machen, und über die ganze Oberfläche zu verbreiten, pflegt man die Flächen der Nicht-leiter mit einer leitenden Materie, z. B.

mit Zinnfolie, Goldblättchen, u. dergl. zu belegen, s. Flasche, geladne.

Wenn isolirten thierischen Körpern eine starke Elektricität mitgetheilt wird, so geht ihr Puls schneller, ihre Ausdünstung wird befördert, und die Absonderungen in den Drüsen werden vermehrt, s. Elektricität, medicinische.

Pflanzen, Früchte, Wasser und andere der Ausdünstung unterworfene Körper dünsten ebenfalls stärker, wenn sie in isolirtem Zustande elektrisiret werden. Dadurch befördert die Elektricität das Wachsthum der Pflanzen, wie zuerst Maimbray in Edinburg und Nollet (Recherches sur les causes des phénomenes electr. Paris 1749. 4. S. 356.) gefunden haben. Daß aber mit Hülfe der Elektricität Substanzen durch die Zwischenräume des Glases ausdünsten können, ist ein Irrthum. Pivati in Venedig elektrisirte Glasröhren, in die er Arzneyen einschloß, und glaubte Kranke dadurch geheilt zu haben; auch Winkler in Leipzig glaubte zu finden, daß Schwefel, Zimmet, peruvianischer Balsam u. dgl. durch elektrisirte Glaskugeln ausdufteten; es ward aber dies alles durch Nollets, Watsons und Bianchini Versuche gänzlich widerlegt.

Wasser, das aus isolirten Gefäßen durch enge Röhren ausläuft, wird durch Mittheilung der Elektricität schneller herausgetrieben. Sind es Haarröhrchen, durch welche das Wasser im natürlichen Zustande nur tröpfelt, so wird durch die Elektricität ein ununterbrochener Strom hervorgebracht, der sich noch in viele andere Stralen zertheilt; die Elektricität treibt sogar das Wasser aus den engsten Haarröhrchen, durch welche es vorher nicht einmal durchzutröpfeln im Stande war (*Nollet* Recherches S. 327.)

Wenn man einem durch die Luftpumpe gemachten luftleeren Raume Elektricität mittheilt, so durchdringt sie ihn fast eben so frey, als den besten Leiter, und zeigt dabey ein sehr ausgebreitetes starkes Licht. Ein elektrischer Feuerbüschel, der in einen solchen Raum strömt, breitet sich aus, und erfüllt alles mit Lichte. Eine luftleere Glasröhre zeigt gerieben, oder an einen elektrisirten Leiter ge-

halten, ein starkes dem Wetterleuchten ähnliches Licht. Daher hat auch Hawksbee das Leuchten der Barometer sehr richtig für eine elektrische Erscheinung erklärt. Beym Schütteln nemlich reibt das Quecksilber die innere Fläche des Glases, erregt ihre Elektricität, und da der Raum luftleer ist, so entsteht ein starkes Licht. Man hat luftleere Glasröhren, welche ein wenig Quecksilber enthalten. Sie leuchten im Dunkeln, wenn man das Quecksilber hin und her laufen läst; Hawksbee und nachher Johann Bernoulli (De mercurio lucente in vacuo. Opp. Tom. II. n. 112.) haben ihnen den Namen des Quecksilber-Phosphorus gegeben. Eben dies geschieht im Barometer. Ludolf in Berlin zeigte, daß die Barometerröhre während des Leuchtens Papierchen anzog, wenn der äußere Raum luftleer, d. i. leitend war. Musschenbroek (Essai de physique, Leid. 1751. 4. p. 640.) hat aber sehr richtig bemerkt, daß das Leuchten im völlig luftleeren Raume nicht statt finde. Wenn ein recht gutes Barometer nicht leuchtet, so kan man es durch eine hineingelassene Luftblase leuchtend machen. Dies bestätigen auch neuere Versuche. Wenn man ein Barometer zweymal auskocht, so leuchtet es gemeiniglich nach dem zweyten Kochen stärker; kocht man es aber zum drittenmale, so wird das Leuchten schwächer, oder hört ganz auf, weil nun die Luft ganz weggenommen ist. In dem Boylischen Vacuum aber, welches seiner Natur nach nie ganz ohne Luft ist, zeigt sich das elektrische Licht allezeit sehr lebhaft. Wenn man übrigens unter die Glocke der Luftpumpe eine kleine Elektrisirmaschiene bringt, so zeigen sich die elektrischen Erscheinungen eben so, wie in freyer Luft.

## Elektrische Wirkungskreise und Vertheilung der Elektricität.

Die sonderbarsten Erscheinungen der Elektricität, welche für die Naturforscher lange Zeit räthselhaft geblieben sind, hängen von den Gesetzen der elektrischen Wirkungskreise ab, deren richtige Unterscheidung von den bis-

her angegebnen Gesetzen und Wirkungen der Mittheilung, der Schlüssel zu allen Geheimnissen dieser Lehre ist.

Ein elektrisirter Körper nemlich wirkt auf andere Körper schon in Entfernungen, welche für die Mittheilung viel zu groß sind. Der Raum, durch welchen sich diese Wirkung erstreckt, heißt sein Wirkungskreis, oder nach andern seine elektrische Atmosphäre. Das Hauptgesetz, nach dem sich diese Wirkung richtet, ist folgendes.

Jeder elektrisirte Körper sucht in denjenigen Körpern welche in seinen Wirkungskreis kommen, eine der seinigen entgegengesetzte Elektricität zu erwecken.

Dieses Gesetz, welches unzählbare Erfahrungen bestätigen, ist eine ganz neue Quelle von Wirkungen, die von den Wirkungen der Mittheilung sehr weit unterschieden sind. Man kan sie unter dem Namen Vertheilung der Elektricität zusammenfassen, und der Mittheilung entgegensetzen. Ein Körper, der + E hat, giebt andern ihm genäherten durch die Vertheilung — E, und verliert dabey nichts von seinem + E; innerhalb der Schlagweite aber giebt er ihnen durch die Mittheilung + E, und verliert dabey von seinem + E.

Ist der Körper, der in den Wirkungskreis eines elektrisirten gebracht wird, ein Nicht-leiter, so wird er zwar an dem Ende, das zunächst gegen jenen Körper gekehrt ist, die dem Gesetze gemäße Elektricität erhalten, aber dies wird sich wegen des Widerstandes, den die Nicht-leiter der Vertheilung der Elektricität entgegensetzen, nur auf eine geringe Weite erstrecken, und nicht sehr stark seyn. Weiter hin wird der Nicht-leiter abwechselnde Zonen von + E und — E erhalten, deren immer eine durch den Wirkungskreis der andern entsteht. Eine lange Glasröhre z. B. gegen ein + E gehalten, wird am nächsten Ende auf einige Zoll weit — E, dann einige Zoll weit + E, dann wieder — E u. s. f. zeigen, welche Elektricitäten aber weiter hin immer schwächer werden, und sich endlich ganz verlieren. Die nicht-leitende Eigenschaft des Glases nemlich verhindert den wirklichen Uebergang, und so zeigen sich blos die

Wirkungen der Atmosphären, welche abwechselnd sind, weil jede folgende Zone im Wirkungskreise der vorhergehenden liegt.

Ist es aber ein Leiter, den man in einen elektrischen Wirkungskreis bringt, so wirkt die Vertheilung freyer, und das gegen den elektrisirten Körper gekehrte Ende nimmt auf eine beträchtliche Weite die dem Gesetze gemäße Elektricität an. Was das andere Ende betrift, so hat man zu unterscheiden, ob der Leiter isolirt, oder mit der Erde verbunden ist. Ist er isolirt, so erhält das andere Ende die entgegengesetzte Elektricität; ist er mit der Erde verbunden, so zeigt es gar keine, oder man kan eigentlich, weil der Leiter itzt mit der Verbindung ein einziges Ganzes ausmacht, das andere Ende gar nicht finden. Es wird der Mühe werth seyn, hierüber einen Versuch anzuführen.

Man isolire eine Metallstange von 2 Schuh Länge, hänge über das eine Ende einen leinenen Faden mit zwo Korkkugeln, und bringe eine geriebene Glasröhre gegen das andere Ende bis 3 Zoll weit. Bey Annäherung der Röhre gehen die Kugeln aus einander, und haben + E. Nemlich, das Ende, bey dem die Glasröhre mit ihrem + E ist, bekömmt durch den Wirkungskreis der Röhre, dem Gesetze gemäß, — E; das andere Ende, wo die Kugeln hängen, + E. Nimmt man die Röhre weg, so fallen die Kugeln zusammen, und es bleibt keine Spur von Elektricität mehr in der Stange zurück — ein Beweis, daß nichts in die Stange gekommen, sondern blos das natürliche Gleichgewicht ihrer Elektricität durch den Wirkungskreis der Röhre gestört worden war, welches sich bey weggenommener Röhre wiederherstellt.

Man ändere aber den Versuch ab, und berühre während der Zeit, da die Röhre noch da ist, und die Kugeln mit + E aus einander gehen, das Ende, wo sie hängen, mit dem Finger oder einem mit der Erde verbundenen Leiter, so fallen die Kugeln zusammen, und bleiben bey einander, auch wenn man den Finger wegnimmt. Das

Ende der Stange nemlich theilt sein ganzes + E dem Leiter mit, und verliert dadurch alle Elektricität, indem das andere Ende im Wirkungskreise der Glasröhre noch immer — E behält. Nunmehr nehme man auch die Röhre weg, so gehen die Kugeln sogleich mit — E aus einander, und die ganze Stange ist negativ elektrisiret. Nemlich das — E, das vorher nur an dem Ende bey der Glasröhre war, vertheilt sich jetzt durch die ganze Stange, als durch einen Leiter.

So kan also die Vertheilung ein Mittel werden, Elektricität hervorzubringen, ohne daß darum ein elektrisirter Körper Elektricität verlieren darf, d. i. ohne Mittheilung. Die Stange ward blos durch den Wirkungskreis der Glasröhre und durch Berührung mit Leitern, d. i. durch Verbindung mit der Erde elektrisirt, und die Glasröhre hat dadurch nicht das mindeste von ihrem + E verlohren. Man sieht leicht, daß eine geriebene Siegellackstange, statt der Glasröhre gebraucht, eben so wirken wird, nur daß jetzt + E für — E, und — E für + E zu setzen ist. Dies erklärt die Erscheinungen des Elektrophors, s. Elektrophor.

Bringt man in den Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers einen andern schon elektrisirten, so werden sich ebenfalls Erscheinungen zeigen, die dem Gesetze völlig gemäß sind. Wird der Körper mit der Erde verbunden, so wird er seinen Zustand wirklich dem Gesetze gemäß ändern; ist er isolirt, so wird er ihn so viel ändern, als die Umstände zulassen, und übrigens ihn noch mehr zu ändern fähig werden. Bringt man z. B. ein + E in den Wirkungskreis eines — E, so wird das + E, wenn es mit der Erde verbunden wird, stärker + E werden; wenn es isolirt ist, wird es wenigstens fähiger werden, mehr + E anzunehmen, und unfähiger, + E zu verlieren oder mitzutheilen, d. h. mit andern Worten, es wird mehr Capacität, aber weniger Intesität seines + E erhalten. Dies erklärt die Eigenschaften des Condensators, s. Condensator der Elektricität.

Aus eben diesem Gesetze erklärt sich auch das Anziehen und Zurückstoßen leichter Körper. Eine geriebene Glasröhre + E an leichte Körper, die auf dem Tische liegen, genähret, erweckt in ihnen, sobald sie in ihren Wirkungskreis kommen, — E. und nun ziehen beyde einander an. Sobald sie aber die Röhre berühren, erfolgt Mittheilung, die Körperchen erhalten + E, und nun stößt sie die Glasröhre zurück. So lange sie isolirt bleiben, behalten sie das mitgetheilte + E, und werden nicht wieder angezogen. Sobald sie aber einen Leiter von hinreichender Größe berühren, z. B. auf den mit der Erde verbundenen Tisch zurückfallen, theilen sie diesem ihr + E ganz mit. Sind sie dann noch im Wirkungskreise der Glasröhre, so erhalten sie aufs neue — E, und werden wieder angezogen, und so erfolgt ein fortgesetztes Hin- und Hergehen, wodurch endlich die Glasröhre, oder wenigstens eine Stelle derselben, ihrer Elektricität beraubt wird. Darauf gründen sich die Versuche mit tanzenden Papierfiguren zwischen einer elektrisirten und einer mit der Erde verbundenen Metallplatte, mit der Flaumfeder, die zwischen einer geriebenen Glasröhre und Siegellackstange, wie ein Federball, hin und her fliegt, mit den Korkkügelchen, die auf dem Tische unter einem elektrisirten Trinkglase tanzen, u. a. m.

So einfach die Gesetze der Elektricität sind, so mannigfaltig werden doch ihre Anwendungen auf die fast unzählbaren einzelnen Fälle, die sich daraus erklären lassen. Es ist also sehr bequem, sich über Ausdrücke zu vergleichen, mit welchen man das, was bey diesen Anwendungen vorgeht, verständlich und einförmig bezeichnen könne. Aus dieser Ursache will ich hier die wenigen Gesetze der Elektricität in der Sprache anführen, in welcher sich die neuern Physiker über dieselben ausdrücken. Ich sehe dies jetzt blos als Bezeichnung von allgemeinen Phänomenen, als willkührlich angenommene Sprache, an. Ob diese Sprache der Natur der Sache selbst angemessen sey, das gehört zu den Untersuchungen über die Ursache der Elektricität.

## Uebersicht der Gesetze der Elektricität.

Man nenne eines Körpers Elektricität überhaupt E. Im natürlichen Zustande, wo er keine elektrischen Erscheinungen zeigt, ist dieses E = 0.

Da es aber zwo verschiedne Elektricitäten giebt, die sich wie entgegengesetzte Größen verhalten, oder deren jede für sich ähnliche Wirkungen zeigt, eine aber die andere aufhebt, so nenne man die, welche das geriebene Glas zeigt, + E, die ihr ihr entgegengesetzte, welche das geriebene Siegellack zeigt, — E.

Man betrachte ferner den natürlichen Zustand der Körper als + E — E = 0; d. h. man schreibe jedem Körper, der keine elektrischen Erscheinungen zeigt, eben so viel + E als — E zu, die sich beyde völlig aufheben, oder im Gleichgewichte halten. So ist der Zustand eines elektrisirten Körpers nichts anders, als Aufhebung der Gleichheit dieser beyden E. oder Störung ihres Gleichgewichts, ihres Einflusses auf einander.

Gleichartige Elektricitäten stoßen sich zurück, entgegengesezte ziehen sich an. Die Weite, auf welche sich dieses ringsum erstreckt, macht den Wirkungskreis eines E aus.

Das E. oder der Theil des E. der auf ein solches Anziehen oder Zurückstoßen verwendet wird, kan natürlich nichts weiter bewirken. Man nennt ihn gebunden. Hört das Anziehen rc. auf, so sagt man, er werde frey oder sensibel: er wird nemlich nun fähig, etwas andres zu wirken, und sich dadurch zu zeigen.

Im natürlichen Zustande binden sich beyde Elektricitäten des Körpers völlig. Durch das Reiben u. dgl. wird ihr Gleichgewicht gestört. Eine Glaskugel z. B. nimmt aus dem Reibzeuge mehr + E an. Ihr — E ist nicht mehr im Stande, dasselbe ganz zu binden. Daher entsteht ein Ueberschuß von sensiblem + E. Ist das Reibzeug hiebey isolirt, so kan das + E, das aus ihm in die Kugel gegangen ist, nicht ersetzt werden. Es hat also weniger + E, als erfordert würde, sein — E zu binden. Da-

her bleibt im Reibzeuge Ueberschuß von sensiblem — E. Ist es aber durch Leiter mit der Erde verbunden, so zieht dieses — E wieder so viel + E aus der Erde an, daß sein — E völlig gebunden wird. In diesem Falle zeigt also das Reibzeug gar keine Elektricität.

Um stark zu elektrisiren, muß man das Reibzeug nothwendig mit der Erde verbinden. Denn dadurch wird ein Zufluß aus einer unerschöpflichen Quelle von + E eröfnet; ist das Reibzeug isolirt, so kan es nur so viel + E, als es an sich hat, d. i. auf alle Fälle weit weniger, hergeben.

Hat ein Körper mehr + E als — E, so zieht sein freyes + E innerhalb seines Wirkungskreises alles — E an, und stößt alles + E zurück, desto stärker, je näher es ihm kömmt. Bringt man also in diesen Wirkungskreis einen isolirten Leiter, so wird desselben — E in den nähern Theil gezogen und gebunden, das + E hingegen in den entferntern zurückgestoßen, und frey, weil es von dem — E, durch das es vorher gebunden ward, verlassen ist. Dieses freye + E würde herausgehen, oder sich mit — E sättigen, wenn ihm nicht durchs Isoliren der Weg zu beyden verschlossen wäre. Berührt man aber den Leiter am entferntern Ende nur auf einen Augenblick, so geht das + E sogleich in die Erde über, oder sättigt sich aus ihr mit — E, und nun ist kein sensibles + E mehr an diesem Ende. Entfernt man dann den Leiter aus dem Wirkungskreise, so wird das vorher gebundne — E am andern Ende frey, und vertheilt sich durch den ganzen Leiter, der also nun mehr — E als + E hat, und in elektrisirtem Zustande ist.

Hat ein Köper mehr — E als + E, so zieht sein freyes — E alles + E in seinem Wirkungskreise an, und stößt alles — E zurück. Bringt man also einen isolirten Leiter gegen ihn, so erfolgt alles, wie im vorigen Absatze, nur mit Verwechselung der Zeichen + und —.

Man sieht hieraus, daß das Gesetz der Wirkungskreise nichts anders ist, als das Gesetz des Anziehens und Zurückstoßens beyder Elektricitäten.

Noch ist zu bemerken, daß das vorher freye + E des elektrischen Körpers, durch die Wirkungen, die es innerhalb des Wirkungskreises ausübt, selbst gebunden wird. Daher hat der Körper alsdann weniger sensibles + E, seine Elektricität scheint schwächer geworden zu seyn. Man sagt, sie habe weniger Intensität, weniger Vermögen, elektrische Erscheinungen hervorzubringen. Sie stößt alsdann auch eine gleichartige Elektricität weniger zurück, nimmt leichter einen Zufluß von mehr gleichartiger Elektricität an, d. h. der Körper erhält dadurch mehr Capacität. Dies geschieht vornemlich, wenn der in den Wirkungskreis gebrachte Leiter mit der Erde verbunden ist, aus der er so viel entgegengesetzte Elektricität anehmen kan, daß dadurch fast das ganze freye E des elektrisirten Körpers gebunden wird. Dadurch geht aber nichts verlohren; denn, wenn man den Leiter entfernt, so wird alles dieses E wieder frey, und seine ganze Intensität kehrt in voller Stärke zurück.

Je mehr zwo entgegengesetzte E einander genähert werden, desto stärker wird ihre Anziehung, Es giebt endlich eine gewisse Weite, wo sie stark genug wird, das isolirende Mittel, das beyde aus einander hielt, z. B. die Luft, zu durchbrechen, und einen wirklichen Uebergang der Elektricitäten zu veranlassen. Alsdann erfolgt wirkliche Mittheilung, wobey der eine Körper so viel verliert, als der andere erhält.

Wird z. B. einem Körper, der freyes + E hat, ein Leiter genähert, so erhält das nächste Ende dieses Leiters — E, und beyde E ziehen sich stärker, je näher sie sich kommen. Endlich wird bey mehrerer Annäherung die Anziehung stark genug, die Luft zu durchbechen, und ein E oder beyde gehen über, entweder durch ein allmähliches Ausströmen, oder durch einen Funken. Hiebey verliert der Körper so viel + E, als der Leiter erhält.

Die Weite, in der dieses geschieht, ist bey Spitzen sehr groß, bey stumpf oder rund geendeten Körpern kleiner, bey platten Flächen erfolgt oft selbst im Falle der Berührung kein Uebergang, wenn auch gleich die eine Fläche

dem besten Leiter zugehört. Auch erfolgt bey Spitzen der Uebergang durch Ausströmen, bey stumpf geendeten Körpern hingegen durch den Ausbruch eines Funkens.

Die Ursache dieses merkwürdigen Unterschieds scheint mir darinn zu liegen, daß bey der Spitze die ganze Anziehung auf einen Punkt geleitet, und der freye Ausgang des + E durch kein Zurückstoßen der gleichartigen Elektricität nebenliegender Punkte gehindert wird. Bey platten Flächen liegen z. B. die Punkte A, B, C (Taf. VI. Fig. 110.) neben einander, und erhalten durch Annäherung einer parallelen platten Fläche völlig gleiche und gleichartige Elektricitäten, deren eine die andere zurückstößt. Diese Elektricitäten werden überdies von den gegenüberstehenden Punkten a, b, c der andern Platte gleich stark angezogen. Bey diesem Gleichgewichte könnte der Uebergang wohl nicht anders geschehen, als so, daß sich das E der ganzen Fläche ABC zugleich und auf einmal mit paralleler Bewegung nach abc begäbe. Einen solchen Uebergang aber verhindert der starke Widerstand der Luft in Aa Cc, und selbst bey der Berührung hindert ihn der Widerstand der Fläche ac, wofern sie einem Nicht-leiter oder schlechten Leiter zugehört. Bey runden Körpern aber, wie ABC (Taf. VI. Fig. 111.) wird der Punkt B stärker, als A und C, von abc angezogen, und so hindert nichts, daß der Ausbruch von B aus erfolgen, und, indem B entlediget wird, die nun nicht mehr von B zurückgestoßene Elektricität der Punkte A und C ebenfalls nach B übergehen, und von da aus nach b nachfolgen kan. So concentrirt sich das übergehende E bey B in einen schmalen Körper oder Funken, der nur den Widerstand einer geringen Fläche Luft zu überwinden hat, s. Spitzen.

Wenn platte Flächen, deren eine + E, die andere gleich viel — E hat, in Berührung kommen, ohne daß ein Uebergang erfolgt, so zeigen sie in diesem Falle gar keine Elektricität. Trennt man sie aber wieder von einander, so erhalten sie ihre vorigen Elektricitäten wieder. Der P. Beccaria (Elettricismo artificiale, P. II. Sect. VI. ingl. Exp. atque obs. quibus electricitas vindex late con-

stituitur etc. Aug. Taurin. 1769. 4.) glaubte, sie legten ihre Elektricitäten in einander ab, und bey der Trennung ergreise jede Fläche die ihrige wieder. Er gab diesem Gesetze den Namen der sich selbst wiederherstellenden Elektricität (electricitas vindex, quasi quae sibi vindicat locum suum). Man hat aber dieses Phänomens wegen nicht nöthig, ein neues Gesetz anzunehmen. Diese Verschwindung der Elektricitäten ist kein Verlust derselben, kein Ablegen und Wiederergreifen. Es ist nichts weiter, als das gewöhnliche Binden entgegengesetzter Elektricitäten, wenn eine in der andern Wirkungskreis kömmt, wodurch ihre Intensität geschwächt wird. Bey der Berührung wird dieses so stark, daß alles E gebunden, und gar keines mehr sensibel ist. Nach der Trennung wird alles wieder sensibel, weil kein Uebergang erfolgt ist.

Die Wirkungen der elektrischen Anziehung oder der Wirkungskreise werden durch dünne Nicht-leiter nicht aufgehalten, wohl aber die Wirkungen der Mittheilung. Wenn daher eine Glastafel auf beyden Seiten mit Metall belegt, die eine Belegung mit der Erde verbunden, und der andern + E gegeben wird, so nimmt jene eben so viel — E aus der Erde an. Hieraus erklärt sich die Ladung, s. Flasche, geladne. Macht man alsdann zwischen beyden Seiten eine leitende Verbindung, so erfolgt ein Uebergang, der das Gleichgewicht herstellt. Dies ist die Entladung, oder der Leidner Versuch.

Im Luftkreise ist jederzeit eine beträchtliche Menge Elektricität vorhanden, deren sich die Natur zu Bewirkung einiger ihrer wichtigsten Veranstaltungen bedienet, s. Luftelektricität.

Man hat neuerlich auch bey Auflösungen, welche mit Aufbrausen begleitet sind, bey der Ausdünstung u. s. w. Merkmale der Elektricität wahrgenommen.

## Geschichte der Elektricität.

Das Anziehen leichter Körper ist unter allen übrigen elektrischen Erscheinungen zuerst bemerkt worden. Schon

Thales soll es gekannt haben. Teophrast von Eresus (Περὶ λίθων. c. 53. 300 Jahr vor C. G.) führt an, daß der Bernstein (ἤλεκτρον, succinum) und der Lynkurer die Eigenschaft besitzen, leichte Körper anzuziehen, und daß der letztere nicht nur Strohhalme und Holzspäne, sondern auch Metallblättchen an sich reiße. Watson hat den Lynkurer des Theophrast für den Turmalin erklärt, s. Turmalin. Auch Plinius (Historia natur. XXXVII. 3.), Strabo (Geogr. L. XV. To. II. p. 1029. ed. Almelov.), Dioscorides (L. II. c. 100.) und Plutarch (Sympos. I. 7.) gedenken dieser anziehenden Eigenschaft des Bernsteins, von dessen griechischem Namen die Neuern die Worte elektrisch und Elektricität hergenommen haben. Nach einigen sollen auch die elektrischen Eigenschaften des Gagats sehr früh bekannt geworden seyn.

William Gilbert (De magnete, London. 1600 fol.) war der erste, der seit den Zeiten der Alten etwas Neues hinzufügte. Er vermehrte das Verzeichniß der Körper, welche elektrische Erscheinungen zeigen, sehr ansehnlich, brachte vornehmlich das Glas, die meisten Edelsteine, den Schwefel und das Siegellack zu denselben, und zeigte das Reiben als das Mittel an, ihre Elektricität zu erregen.

Otto von Guericke (Exper. Magdeburgica de vacuo spatio, Amsterd. 1672. fol. L. IV. c. 15.) stellte Versuche mit einer geriebenen Schwefelkugel an. Er bemerkte, daß ein von ihr angezogner Körper wieder zurückgestoßen, und nicht eher wieder angezogen ward, als bis er sich einem leinenen Faden oder der Lichtflamme (einem Leiter) genähert hatte, daß Fäden, die in der Nähe der Schwefelkugel hiengen, von seinem nahe daran gehaltnen Finger zurückgestoßen wurden, und daß eine von der Kugel zurückgestoßene Flaumfeder der Kugel beständig einerley Seite zukehrte — Erscheinungen, welche nachher auf die Gesetze des Anziehens und der Wirkungskreise geführt haben. Er bemerkte auch das elektrische Licht, und das Geräusch desselben.

Boyle vermehrte um das Jahr 1670 das Verzeichniß der elektrischen Körper mit einigen neuen, fand, daß Trockenheit und Wärme der Elektricität günstig sey, daß auch leichte elektrische Körper, z. B. Bernsteinpulver, angezogen würden, daß das Anziehen wechselseitig sey, daß der geriebne Diamant im Finstern leuchte, daß man auch im luftleeren Raume Elektricität erwecken könne rc. Er erklärte übrigens die elektrischen Erscheinungen durch klebrige Ausflüsse.

Auch Newton (Philos. Trans. 1675.) machte einige elektrische Versuche. Er rieb eine Glasplatte, die auf eieinem messingnen Ringe auf dem Tische ruhte, ohne den Tisch zu berühren, auf ihrer obern Fläche, und sahe darunter liegende Papierchen gegen die untere Seite hüpfen. Dies ist wohl das erste Beyspiel von einer Ladung. Er ward auch gewahr, daß die Wahl des Reibzeugs nicht gleichgültig sey, weil der Versuch besser gelang, wenn er mit seinem Rocke, als wenn er mit einer Serviette rieb. Er erwähnt auch die Elektricität in seinen der Optik beygefügten Fragen.

D. Wall (Philos. Trans. 1708. Vol. XXVI. no. 314.) bemerkte zuerst elektrische Funken. Er hatte eine Hypothese über den Phosphorus, die ihn auf die Vermuthung leitete, daß Bernstein ein natürlicher Phosphorus seyn dürfte. Er rieb also Bernstein mit der Hand oder mit wollenen Lappen, sahe dabey ein starkes Licht, und hörte ein Knistern. Hielt man den Finger gegen den Bernstein, so fuhr ein heller Funken gegen denselben. Er fand auch Licht beym Reiben des Siegellacks und Demants, und zog daraus den Satz, daß alle geriebne elektrische Körper leuchteten. Es ist merkwürdig, daß er schon bey dieser ersten Entdeckung des Funkens und Knisterns diese Erscheinungen mit dem Blitze und Donner verglichen hat, s. Blitz. Dies sind die geringen und langsamen Fortschritte der elektrischen Versuche bis zum Jahre 1709.

In diesem Jahre machte Hawksbee (Physico-mechanical experiments, Lond. 4.) seine Versuche und Entdeckungen bekannt. Er machte zuerst aufmerksam auf die

große elektrische Kraft des Glases, welchem man seitdem den Vorzug vor allen übrigen elektrischen Körpern beygelegt hat. Er beobachtete die Erscheinungen des elektrischen Lichts, besonders im luftleeren Raume, genauer, erfand die Quecksilber- phosphoren, oder die im Dunkeln leuchtenden luftleeren Glasröhren mit Quecksilber, bemerkte das Geräusch des elektrischen Ausströmens, und das Gefühl von Spinneweben, das sich bey starken Elektricitäten äußert, stellte auch Versuche mit Siegellack- Schwefel- und Harzkugeln an, ob er gleich darinn irrte, daß er die Elektricität derselben mit der des Glases für einerley hielt. Er hat sich auch zuerst einer Maschine zur Umdrehung der Glaskugel bedient, obwohl nach ihm noch einige Zeit nur Röhren gebraucht, und die Elektrisirmaschinen erst später eingeführt worden sind.

Jetzt beschäftigten Newtons große Entdeckungen die Physiker mit andern Gegenständen, und veranlaßten in den elektrischen Untersuchungen einen zwanzigjährigen Stillstand, bis Stephan Gray vom Jahre 1728 bis 1735 dieselben aufs neue mit wichtigen Zusätzen bereicherte. Dieser um die Elektricität sehr verdiente Engländer entdeckte die Mittheilung, fand, daß hänfene Schnüre sie zuließen, seidne oder härne aber hinderten, und machte die ersten Versuche, Wasser, ingleichen Menschen und Thiere durch Mittheilung zu elektrisiren. Da er hiebey die Personen in seidne Schnüre hieng, und sahe, daß sie den Metallen ziemlich starke Funken gaben, so kam er darauf, metallne Cylinder in seidne Schnüre zu hängen, und die Funken von Personen herausziehen zu lassen, welches der erste Ursprung der Hauptleiter oder ersten Leiter bey den Elektrisirmaschinen gewesen ist. Er bemerkte zuerst das freywillige Ausströmen der Feuerbüschel aus leitenden Spitzen, wenn ihnen die flache Hand genähert ward, ingleichen, daß selbst aus dem Wasser Funken hervorbrachen. Dieser letztere Versuch brachte auch bey ihm im Jahre 1734 den Gedanken hervor, daß „die elek„trische Kraft, si magnis licet componere parva, mit der „Natur des Donners und Blitzes von gleicher Art zu seyn

„scheine.“ Bey einem ähnlichen Versuche im folgenden Jahre hat er, wie Herr Beckmann (Geschichte der Erfindungen, I. Band, Leipzig 1783. 8.) bemerkt, schon die elektrische Erschütterung gefühlt, ohne jedoch weiter darüber nachzudenken. Sein Gehülfe bey den meisten dieser Versuche war Granville Wheeler.

Grays Versuche wurden in Frankreich von du Fay (Mém. de Paris 1733 — 1737.) sorgfältig wiederholt und mit neuen vermehrt. Dieser Naturforscher trieb die Wirkungen der Mittheilung viel weiter, und bestimmte sie genauer. Er zog noch eher, als Gray selbst, Funken aus dem menschlichen Körper, da jener damals erst so weit gekommen war, Metallblättchen durch denselben anziehen zu lassen. Er entdeckte, was das wichtigste ist, die beyden verschiedenen Elektricitäten, die er Glas- und Harzelektricität nannte, nebst dem Gesetze ihrer Anziehung; irrte aber darinn, daß er sie nicht für entgegengesetzt, sondern nur für verschieden hielt.

D. Desaguliers (Philos. Trans. 1739 — 1742.), dessen Dissertation sur l'electricité des corps im Jahre 1742 bey der Akademie zu Bordeaux den Preis erhielt, brachte die bisher angestellten Versuche auf allgemeine Gesetze, und führte zuerst die Namen: an sich elektrische Körper und Leiter, ein.

Um diese Zeit fiengen die deutschen Gelehrten an, sich durch wichtige Entdeckungen in diesem Fache auszuzeichnen. Hausen in Leipzig machte hiezu den Anfang, und führte statt der bisher gewöhnlichen Glasröhren die durch eine Maschine umgedrehten Kugeln ein. Bose in Wittenberg, Winkler in Leipzig, und der P. Gordon in Erfurt gelangten auf diesem Wege zu sehr verstärkten Graden der Elektricität u. zu vielen neuen Erfindungen. D. Ludolf in Berlin entzündete zuerst im Jahre 1744 Vitriolöther durch den elektrischen Funken, Winkler erwärmten Brantwein durch den Funken aus seinem Finger, Gralath in Danzig den Rauch eines eben verloschnen Lichts, und Bose den Dampf von schmelzendem Schießpulver. Der jüngere Ludolf in Berlin bewies, daß das

Leuchten der Barometer in der That elektrisch sey, Grummert bemerkte das Leuchten luftleerer Glasröhren in ziemlichen Entfernungen, Krüger die Veränderung der Farbe der Blumen durch elektrisches Ausströmen, und Waitz (Abhdl. von der Elektricität und deren Ursachen, Berlin 1745. 4.) machte einen schönen Versuch, die elektrischen Erscheinungen zu ordnen und auf allgemeine Gesetze zu bringen.

Miles in England bemerkte 1745 zuerst die freywillig ausströmenden Feuerbüschel aus der geriebenen Glasröhre selbst, und D. Watson, durch dessen Briefwechsel mit den Deutschen die Entdeckungen derselben nach England kamen, wiederholte ihre Versuche, zündete brennbare Geister, wenn sie von einer elektrisirten Person gehalten wurden, und eine nicht-elektrisirte den Finger dagegen brachte, und entdeckte, daß Rauch und Flamme Leiter sind.

Durch so viele neue und zum Theil belustigende Versuche war schon eine allgemeine Aufmerksamkeit auf die Elektricität erregt worden, als am Ende des Jahres 1745 der kleistische Versuch oder die leidner Flasche bekannt wurde, deren unerwartete und heftige Wirkungen jedermann in Erstaunen setzten. Ich werde von der Geschichte dieser Entdeckung bey dem Worte: Flasche, geladne, ausführlicher reden.

Diese große Wirkung der Elektricität machte das Studium derselben allgemein, und führte zu den Wohnungen der Experimentatoren unzählbare Mengen von Zuschauern. Seit dieser Zeit ist die Anzahl von Kennern und Liebhabern der Elektricität, und der Versuche und Beobachtungen über dieselbe mit jedem Tage gewachsen, und es haben sich Entdeckungen über Entdeckungen gehäuft. Dennoch scheinen wir selbst jetzt, nach einem Zeitraume von vierzig Jahren, noch weit vom letzten Ziele entfernt zu seyn.

D. Watson entdeckte bald hernach, daß das Isoliren des Reibzeugs nur schwache Elektricität gewähre, und schloß, daß das Reiben nicht Elektricität erzeuge, sondern

nur überführe. Der Abt Nollet beobachtete um diese Zeit, daß Körper im Wirkungskreise elektrisirter ebenfalls elektrische Erscheinungen zeigten, ohne jedoch zu bemerken, daß ihr E das entgegengesetzte von jenem sey, wie er denn überhaupt die Verschiedenheit des + E und — E fast ganz übersehen hat. Auch entdeckte er den Einfluß der mitgetheilten Elektricität auf den Umlauf des Bluts im thierischen Körper, auf die Ausdünstung, und auf das Durchströmen des Wassers durch Haarröhrchen.

Keiner der damaligen Naturforscher aber verfolgte diese Untersuchungen mit so vielem Scharfsinn und philosophischem Geiste, als D. Franklin in Philadelphia. Ihm gelang es, die Wirkungen der Elektricität und den vorher unerklärbaren leidner Versuch auf eine Theorie zurückzuführen, die mit allgemeinem Beyfall aufgenommen ward, und, wenn sie auch itzt ihr ehemaliges Ansehen nicht mehr behauptet, dennoch der grösten Lobeserhebungen und sorgfältigsten Prüfungen werth ist. Und, was noch mehr ist, es gelang ihm, aus seinen Erfahrungen die Erklärung des Blitzes und die wohlthätige Erfindung der Blitzableiter zu ziehen, die ihm in der Geschichte der Physik einen unsterblichen Ruhm versichert. Ich werde seine Theorie unter den Meinungen über die Ursache der Elektricität anführen, s. auch Flasche, geladne; von seinen Erfindungen über den Blitz sehe man die Worte: Blitz, Blitzableiter, Drache, elektrischer, Luftelektricität.

Unter Franklins Behauptungen gehört auch die von der Undurchdringlichkeit des Glases für die von ihm angenommene elektrische Materie. Sein Freund Kinnersley in Boston fand, daß die Glas- u. Harzelektricität des du Fay mit Franklins positiver und negativer Elektricität übereinkomme. Gewisse, doch immer zweydeutige, Phänomene bestimmten Franklin, die Glaselektricität für die positive zu erklären. Uebrigens fallen diese wichtigen Entdeckungen der nordamerikan. Naturforscher in die Jahre 1747 bis 1754. (*Franklin's* new exp. and obs. on electricity in several letters to Mr. Collinson, Lond.

1751. 4. Benjamin Franklins Briefe von der Elektricität, übers. von J. C. Wilke, Leipz. 1758. 8.)

Canton in England und Beccaria in Italien entdeckten um eben die Zeit, daß sich die Elektricität der Luft mittheilen lasse; der erstere fand auch, daß ihr das Wasser einigen Widerstand leiste, und zeigte den elektrischen Funken unter Wasser, welche Versuche lehrten, daß es weder vollkommne elektrische Körper, noch vollkommne Leiter gebe. Canton zeigte auch im Jahre 1753, daß es blos von der Glätte der Oberfläche und vom Reibzeuge abhänge, das Glas und andere elektrische Körper entweder positiv oder negativ zu elektrisiren, welche Versuche nachher von Beccaria (Dell' Elettricismo artificiale, 1753. 4.), Wilson (Phil. Trans. 1760. Vol. LI.), Bergmann (Phil. Trans. 1764. Vol. LIV. u. Schwed. Abhdl. 25 B. S. 344.), Wilke (De electricitatibus contrariis, Rostoch. 1757. 4.) und Aepinus (Tentamen theor. eleccricitatis, Petrop. 1750. 4.) noch weiter getrieben wurden.

Eine der grösten Entdeckungen dieser Zeit ist die von den elektrischen Wirkungskreisen. Canton machte seine Versuche hierüber im Jahre 1753 zuerst bekannt, welche, nach Priestley's Ausdrucke, einer Zauberey ähnlich sehen; Franklin setzte dieselben fort, behielt aber immer noch die gemeine Meinung bey, daß die Wirkungskreise aus elektrischer Materie bestünden, und gleichartige Elektricität mittheilten; daher es ihm unmöglich war, die Phänomene ungezwungen zu erklären. Wilke lösste endlich das Räthsel auf, und gab zuerst in der Abhandlung: De electricitatibus contrariis, das wahre Gesetz der Wirkungskreise an, welches Aepinus durch neue Versuche noch mehr bestätigte. Beyde befanden sich damals in Berlin, setzten diese Untersuchungen gemeinschaftlich fort, erklärten die Ladung der Flaschen ꝛc. noch deutlicher, erfanden die Ladung einer Luftscheibe, oder den beym Worte Blitz angeführten Versuch mit zwoen Metallplatten, und legten die Gründe zu den neuern Erweiterungen der Lehre von der Elektricität, und besonders von der Vertheilung derselben, welche mehrentheils nur auf deutlichere Entwick-

lung der in ihren Schriften schon enthaltenen Erfindungen und Sätze hinauslaufen, s. Wirkungskreise, elektrische.

Symmer's sehr merkwürdige Versuche über die Elektricitäten geriebner seidner Bänder und Strümpfe, vom Jahre 1759, welche Cigna weiter fortgesetzt hat, leiteten auf die Vermuthung zwoer elektrischen Materien, die seitdem bey den neuern Naturforschern so viel Beyfall gefunden hat, und von der ich bey den Meynungen über die Ursache der Elektricität etwas anführen werde.

Von dieser Zeit an häufen sich die neuen Untersuchungen, Erfindungen und Anwendungen in dieser Lehre so sehr, daß ich mich hier mit dem bisher angeführten begnügen muß, zumal da ich wegen der Geschichte der elektrischen Geräthschaft, der Verstärkungsflasche, Luftelektricität u.s.w. auf die Worte: Elektrisirmaschine, Elektrometer, Flasche, geladne, Luftelektricität ꝛc. verweisen darf, auch bey den meisten mit der Elektricität verbundnen oder aus ihr erklärten Gegenständen die besondere Geschichte derselben kurz erwähnt habe.

Bey den neusten Untersuchungen hat man vornehmlich die große Wichtigkeit der Lehre von den Wirkungskreisen eingesehen. Beccaria glaubte, aus einigen Phänomenen derselben den oben angeführten Grundsatz der sich selbst wiederherstellenden Elektricität folgern zu müssen, den er mit Franklins System zu vereinigen suchte. Volta, der ihm hierinn mit Recht widersprach, gerieth dadurch im Jahre 1775 auf die Erfindung des Elektrophors, und 1783 auf die des Condensators, zweyer Werkzeuge, welche für die Theorie eben so wichtig, als für die Ausübung brauchbar sind. Der Condensator insbesondere hat uns ein Mittel verschaft, die geringsten, und, wenn ich so sagen darf, mikroscopischen Grade der Elektricität wahrzunehmen, und man hat dadurch schon mancherley Begebenheiten, z. B. Ausdünstung, Verbrennung, Bewegungen des menschlichen Körpers u.s.w. mit Elektricität begleitet gefunden, bey denen man sonst nicht im Stande war, dergleichen wahrzunehmen. Herbert (Theor. phaenomen. electr.

Vienn. 1778. 4.) fand, daß man auch Leiter, wenn sie isolirt sind, elektrisiren könne. Die Hauptgesetze der Elektricität sind jetzt in sofern bekannt genug, daß man in den meisten Fällen, was geschieht, daraus erklären, und was geschehen müsse, vorhersagen kan. Allein noch fehlt es uns an hinlänglicher Kenntniß des eigentlichen hiebey wirksamen Grundstofs, der seiner äußersten Feinheit wegen sich der chymischen Untersuchung noch bisher fast gänzlich entzogen hat.

Die Lehre von der Elektricität ist seit kurzem auch in verschiednen wohlabgefaßten Schriften vorgetragen worden. Ich will unter denselben hier die von Cavallo (A compleat treatise on electricity in theory and praxis, Lond. 1778. 2d. edit. 1784. 8. Vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität, 3te Aufl. Leipzig. 1785. 8.) und Donndorf (Lehre von der Elektricität, Erfurt 1784. II. B. 8.) nennen. Die Erklärungen geben Beyde nach dem Franklinschen System. Socin (Anfangsgründe der Elektricität, Hanau 1778. 8.) hat einen Theil dieser Lehre nach einem vortreflichen Plan zu behandeln angefangen, aber bey weitem nicht vollendet, und Adams (Essai on electricity, London. 1784. 8. Ge. Adams Versuch über die Elektricität, aus d. Engl. Leipzig 1785. 8.) erzählt mehrentheils belehrende und angenehme Versuche. Herr Lichtenberg (Neuste Auflage von Erxlebens Anfangsgründen der Naturlehre, Göttingen 1784. 8. Anmerk. zu §. 54 .) hat in einer lehrreichen Kürze die neuern Erklärungen der vornehmsten Phänomene und Werkzeuge vorgetragen. Eine umständliche Geschichte dieser Lehre hat Priestley (The history and present state of electricity, 2d. edit. Lond. 1769. gr. 4. Jos. Priestley Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Elektricität, aus d. Engl. von D. Krünitz, Berlin u. Stralsund 1772. gr. 4.) abgefaßt, und eine elektrische Bibliographie, die eine Fortsetzung verdiente, hat Herr Krünitz (Verzeichniß der vornehmsten Schriften von der Elektricität, Leipzig 1769. 8.) geliefert.

## Hypothesen über die Ursache der Elektricität.

Die ersten Experimentatoren, welche noch keine andern elektrischen Erscheinungen, als das Anziehen und Zurückstoßen kannten, erklärten dasselbe durch ölichte oder klebrige Ausflüsse, welche aus den geriebnen Körpern ausgiengen, und in dieselben wieder zurückkehrten. Sie glaubten, diese Ausflüsse hiengen sich an alle Körper, und rissen die leichten und beweglichen mit sich fort, die, wenn sie den geriebnen Körper berührt hätten, durch neue Ausflüsse zurückgestoßen würden. Diese Meynung hat Gilbert und Kenelm Digby (Demonstrat. immortalitatis animae, 1664. 8. Tr. I. cap. 16.). Auch Boyle hat sie angenommen. Daß man sich diese Ausflüsse um den Körper herum in Gestalt eines Dunstkreises versammlet gedachte, das hat unstreitig zu der Benennung der elektrischen Atmosphären Anlaß gegeben.

Newton scheint die Elektricität als eine Art der Anziehung betrachtet zu haben, die auf ähnliche Art mit der Schwere bewirkt werde. Wenigstens stellt er in seinen der Optik beygefügten Fragen mehreremal Attractiones gravitatis, virtutisque magneticae et electricae zusammen. Das heißt bey ihm zwar nichts weiter, als daß er die Schwere sowohl, als die elektrische Kraft, wie bloße Phänomene, betrachte, und die Ursache von beyden nicht wisse; aber seine Schüler glaubten das Phänomen erklärt zu haben, wenn sie es von einer den Körpern wesentlichen besondern Art der Anziehung und Zurückstoßung herleiteten.

Du Fay erklärte das Anziehen und Zurückstoßen aus gewissen die elektrisirten Körper umringenden Wirbeln, dergleichen schon Cabeus (Philosoph. magnetica, Ferrar. 1629. fol.) angenommen hatte. „Wenn eine „Pflaumfeder, sagt er, auf die geriebne Glasröhre fällt, „so wird sie sogleich in die Höhe zurückgestoßen, und man „kan aus der Höhe, in welcher sie über der Röhre schwebt, „auf diejenige Schicht des Wirbels schließen, welche Kraft

„genug hat, das Gewicht der Feder zu tragen; denn schnei-
„det man die Feder in kleine Stückchen, so halten sich diese
„in weit größern Entfernungen. Die Erklärung ist sehr
„leicht. Sobald nemlich die Feder die Röhre berührt hat,
„wird sie elektrisirt, und bekömmt selbst einen kleinen elek-
„trischen Wirbel um sich. Dadurch wird sie zurückgestos-
„sen, bis ihr Wirbel, der sich nach der entgegengesetzten
„Richtung gegen den Wirbel der Röhre auszubreiten sucht,
„zerstreut, oder wenigstens beträchtlich vermindert ist.“
Allein, obgleich du Fay die beyden von ihm entdeckten Elektricitäten für zwo verschiedne annimmt, die sich unter einander selbst anziehen, so erklärt er sich doch nirgends darüber, wie er sich den Unterschied zwischen den Wirbeln beyder Elektricitäten und die Ursache ihrer Anziehung vorstelle.

Die Erscheinungen des ausströmenden Lichts, des Blasens, das man dabey fühlt, des elektrischen Funkens und des phosphorischen Geruchs fiengen an, die Physiker auf die Vermuthung einer eignen elektrischen Materie zu führen, welche Einige für einen ganz eignen Grundstof, Andere für das Elementarfeuer, noch Andere für den Aether oder die Materie des Lichts, Manche auch, wie Boulanger (Tr. de la cause et des phénom. de l' electric. Paris 1750. 8.), für die feinern Theile der Atmosphäre annahmen, welche sich beym Reiben nach Wegnehmung der gröbern Theile auf den Oberflächen der Körper anhäuften. Man glaubte, diese Materie habe ihren Sitz vorzüglich in den elektrischen Körpern, werde durch das Reiben losgemacht und in Thätigkeit gesetzt, und fahre aus den geriebnen Körpern in die daran gebrachten Leiter über.

Die merkwürdigste der damaligen Theorien ist des Abts Nollet Hypothese der gleichzeitigen Aus- und Zuflüsse (*Effluences et affluences simultanees*). Dieser geschickte Experimentator bewieß zuerst aus den oben angeführten Phänomenen das Daseyn einer elektrischeu Materie, die weit feiner, als die Luft, sey, auch sich nicht in Wirbeln, sondern in geraden Linien bewege, und Atmosphären um elektrisirte Körper bilde. Diese Materie strömt

nach seiner Meynung aus dem elektrisirten Körper aus, zu gleicher Zeit aber strömt eben so viel davon aus den benachbarten Körpern, ja selbst aus der anliegenden Luft, in den Körper hinein. Bey starker Elektricität entzünden sich diese Ströme durch den Stoß ihrer Stralen, und werden leuchtend. Die Zwischenräume, aus welchen die Materie ausgeht, sind nicht so zahlreich, als die, wodurch sie eindringt. Die ausströmende Materie bildet Büschel von divergirenden Stralen, welche, wenn sie auch in einiger Distanz nicht mehr sichtbar sind, dennoch immer weiter fortgehen. Diese Materie durchdringt die Leiter sehr leicht, die Nichtleiter schwer oder gar nicht, wenn sie nicht gerieben oder erwärmt werden. Sie ist überall verbreitet, und wahrscheinlich einerley mit dem Elementarfeuer, nur daß sie sich bisweilen mit einigen feinen Theilen der Körper verbindet.

Aus diesen Sätzen erklärt nun Nollet das Anziehen und Zurückstoßen leichter Körper auf folgende Art. Die Ausflüsse geschehen aus wenigen Punkten und büschelförmig, die Zuflüsse nach allen Punkten. Ein leichter kleiner Körper wird also in einiger Distanz von den zufließenden Strömen ergriffen und stärker fortgeführt, als ihn die durch die Divergenz geschwächten Stralen der Ausflüsse wegtreiben. So fliegt er bis an den elektrisirten Körper, wo die ausfließenden Büschel näher beysammen sind, und ihn also zurückstoßen. Während dieser Zeit wird er selbst durch Mittheilung elektrisirt, d. h. es entsteht Ausfluß aus seinen eignen Poren, und Einströmen in dieselben. Unter diesen Umständen kan er nicht wieder angezogen werden, weil seine Ausflüsse den Ausflüssen des andern Körpers entgegengesetzt sind. Verliert er aber seine Elektricität durch die Berührung mit andern Körpern, so kehrt er wieder in seinen anfänglichen Zustand zurück, und wird aufs neue angezogen.

Zwischen den beyden verschiednen Elektricitäten des Glases und Harzes scheint Nollet weiter keinen Unterschied anzunehmen, als daß jene stärker, diese schwächer sey.

Die unerwartete Entdeckung des leidner Versuchs legte den Physikern der damaligen Zeit ein unerklärbares Räthsel vor. **Nollet** versuchte seine Hypothese darauf anzuwenden, ohne jedoch gehörige Rücksicht auf die verschiedenen Elektricitäten der beyden Seiten des Glases zu nehmen. So hatte er nicht einmal den richtigen Begrif von der **Ladung** der Flasche, die er überhaupt nur für Ueberfüllung mit elektrischer Materie annahm. Die Erschütterung beym Entladen erklärt er durch das Zusammenstoßen zweener elektrischen Ströme, deren einer aus der innern, der andere aus der äußern Seite der Flasche komme, die sich im Körper der entladenden Person begegneten, und dadurch die in ihr enthaltene elektrische Materie erschütterten. Ganz wider die Erfahrung nahm er an, man könne auch isolirte Flaschen laden; denn seine Hypothese enthält keinen Grund, warum es unmöglich seyn sollte. Eben so läugnet er beym Entladen die Nothwendigkeit der Verbindung beyder Seiten, und meynt, man dürfe nur die äußere Seite mit dem Conductor der Maschine verbinden, gerade als ob dies nicht auch eine Verbindung beyder Seiten wäre. In seinem Versuche nemlich ist der Conductor mit der innern Seite durch ein Vacuum verbunden, welches so gut als ein Leiter ist.

Sogleich nach dem leidner Versuche ward auch D. **Watsons** Entdeckung bekannt, daß der geriebene Körper die Elektricität nicht aus sich selbst hervorbringe, sondern aus dem Reibzeuge sammle. Dies änderte die bisherigen Vorstellungen der Physiker von der Erregung der Elektricität, und brachte schon **Watson** selbst auf den Begrif von **Plus**= und **Minus**=**elektricität**, oder davon, daß die den Funken ziehende Person aus der Kugel eben das erhalte, was ihr das Reibzeug gegeben habe, daher vor dem Ziehen des Funkens die Kugel mehr Elektricität, das isolirte Reibzeug weniger, als sonst, müsse gehabt haben. **Watson** hat seine Abhandlungen hierüber (Philos. Trans. Vol. XLIV. XLV.) schon zu Anfange des Jahres 1747 eingereicht.

Franklin hatte inzwischen eben dasselbe bemerkt. Wenn zwo Personen auf Wachs standen, deren eine die Röhre rieb, die andere den Funken daraus zog, so waren beyde elektrisirt, und gaben sich unter einander selbst einen stärkern Funken, als wenn jede von einer dritten berührt ward. Er schloß daraus, daß eine von beyden das hergebe, was die andere erhalte, und daß also vor dem hergestellten Gleichgewichte die eine mehr, die andere weniger, gehabt habe. Dies gab ihm Anlaß, die Elektricität der einen die positive, die der andern die negative zu nennen, und darüber folgende Sätze anzunehmen.

1. Durch die ganze Körperwelt ist eine einzige feine Materie verbreitet, welche den Grund aller elektrischen Erscheinungen enthält.

2. Die Theile dieser Materie stoßen sich ab; werden aber von den Theilen der Körper angezogen.

3. Jeder Theil eines Körpers kan eine gewisse Menge dieser Materie in sich nehmen, ohne daß sie sich auf seiner Oberfläche anhäufen darf. Hat er gerade diese Menge, so ist er nicht elektrisirt.

4. Hat er mehr, als diese ihm natürliche Menge, so ist er positiv; hat er weniger, so ist er negativ elektrisirt.

5. Alle elektrische Erscheinungen entstehen durch Uebergang oder durch proportionirte Vertheilung dieser Materie.

Hieraus erklären sich nun zuerst das Anziehen und Zurückstoßen. Sind zween Körper beyde positiv, so werden sich ihre elektrischen Materien stärker zurückstoßen, als eine jede von ihnen von den Theilen des andern Körpers angezogen wird; daher scheinen sich die Körper zu fliehen. Ist der eine positiv, der andere negativ, so wird der Ueberfluß des positiven von den Theilen des andern stärker angezogen, als er die wenige elektrische Materie desselben abstoßen kan, daher gehen die Körper zusammen. Sind beyde negativ, so stoßen die Theile der in der Luft befindlichen elektrischen Materie sich selbst stärker zurück, und werden von den Theilen der Körper stärker

angezogen, als von ihrer zu wenigen elektrischen Materie abgestoßen; daher dringt die so leicht bewegliche Luft dazwischen, und die Körper fliehen von einander. Die Schwierigkeit der Erklärung des letzten Falls, die man immer als einen starken Einwurf gegen **Franklins** System ansieht, scheint mir so groß nicht; es giebt stärkere Gründe gegen dasselbe.

So folgt aus **Franklins** Sätzen das Gesetz des Anziehens und Zurükstoßens, und also auch das Gesetz der Wirkungskreise, welches, wie ich weiter oben gezeigt habe, mit jenem ganz einerley ist. Dies erklärt auch das Anziehen leichter Körper, welche im Wirkungskreise des elektrisirten die entgegengesetzte Elektricität erhalten, und also angezogen, nach erfolgter Berührung aber, weil sie nun durch Mittheilung gleichartige Elektricität bekommen, zurückgestoßen werden, bis sie Leiter berührt und diese Elektricität wieder abgegeben haben.

Zwar sind diese Erklärungen nicht **Franklins** selbst, der sich von den Atmosphären damals noch den Begrif machte, daß sie aus der um den Körper umherschwebenden elektrischen Materie bestünden. Erst **Wilke** und **Aepinus** haben die Wirkungskreise besser kennen gelehrt, und dadurch selbst im Franklinschen System den Zusammenhang der Erklärungen erleichtert.

Was aber diesem System den meisten Glanz gab, war die schöne Erklärung des leidner Versuchs, der dadurch in einem über alle Erwartung deutlichen Lichte erschien. **Franklin** behauptete nemlich, das Glas sey undurchdringlich für die elektrische Materie selbst, nicht aber für die Wirkungen ihres Anziehens und Abstoßens. Werde daher die eine Seite der Flasche **positiv** elektrisirt, so stoße dieser Ueberfluß eine gleiche Menge elektrischer Materie in der andern Seite ab, daher werde diese eben so stark **negativ**, wofern sie nur diese Materie wirklich abgeben könne, d. i. wenn sie nur nicht isolirt sey. Die Undurchdringlichkeit des Glases hindere die Vereinigung beyder Elektricitäten. Darinn bestehe die **Ladung**. Werde nun eine äußere leitende Verbindung zwischen beyden Seiten

gemacht, so gebe die positive Seite auf einmal ihren Ueberfluß an die negative ab, ersetze den Mangel derselben, und stelle das Gleichgewicht her. Dies sey die **Entladung.** Es bleibt bey der geladnen Flasche kein Hauptphänomen übrig, das man nicht auf diese Art mit hinlänglicher Deutlichkeit begriffe, und vorhersagen könnte. Auch die Erscheinungen des Elektrophors lassen sich aus diesem System erklären, wenigstens damit vereinigen, s. **Elektrophor.**

Diese Vorzüge haben dem Franklinschen System ein großes und dauerhaftes Ansehen verschaft. Die schwachen Waffen, womit es **Nollet** bestritt, konnten ihm nicht schaden. Gerade die Theile, die **Nollet** tadelte, z. B. die Impermeabilität des Glases, die verschiedenen Elektricitäten beyder Seiten der Flasche, stehen am festesten, und gerade der Punkt ist zweifelhaft, den **Nollet** selbst annahm, nemlich die Einheit der elektrischen Materie. Noch jetzt kan man bey weitem nicht sagen, daß Franklins System widerlegt sey, ob man ihm gleich vieles mit Wahrscheinlichkeit entgegensetzen kan.

**Robert Symmer** (Philos. Trans. Vol. LI. P. I.) zog aus seinen Versuchen über die Elektricität geriebner seidner Bänder und Strümpfe die Vermuthung, daß es **zwo elektrische Materien** gebe, die beyde einander stark anziehen, indem die Theilchen einer jeden sich unter einander selbst stark abstoßen. Nach dieser Hypothese sind also + E und — E zwo wirklich verschiedene Materien, die mit einander in chymischer Verwandtschaft stehen, einander in der Entfernug anziehn oder binden, und bey wirklichem Uebergange sättigen können, da nach **Franklins** Meynung + E vielmehr in dem Ueberflusse, — E in dem Mangel einer und ebenderselben Materie besteht. Wo nach Franklin der Uebergang allemal nur von der Seite, die zu viel hat, in die andere, die zu wenig hat, geschieht, da kan hier Uebergang bald von der Seite + E zu der — E, bald von — E zu + E, bald von beyden zugleich statt finden. Im übrigen sind die Erklärungen so ähnlich, daß diese Symmersche Theorie nicht mit Unrecht eine Verdoppelung der Franklinschen genannt werden könnte.

Es fällt aber bey dieser Voraussetzung zwoer wirklich verschiedenen E alles weit einfacher und gleichförmiger aus. Die Gesetze des Anziehens und Zurückstoßens, mithin auch die der Wirkungskreise, liegen unmittelbar in der Voraussetzung selbst. Man darf, um das Zurückstoßen zwoer — E zu erklären, nicht, wie bey Franklin, zu dem äußern in der Luft enthaltnen E seine Zuflucht nehmen, weil hier die — E in einer wirklichen Materie, nicht blos in einem Mangel bestehen. Die Verbindung beyder Materien mit vollkommner Sättigung macht, daß sich gar keine Elektricität zeigt, weil alles E völlig gebunden ist. Wird durch Mittheilung mehr + E in den Körper gebracht, oder durch Vertheilung etwas von seinem vorigen + E frey, so zeigt er die Erscheinungen, die dem + E zukommen, und im entgegengesetzten Falle die, so dem — E zugehören.

Das der innern Seite der Verstärkungsflasche zugeführte + E macht eben so viel + E der äußern Seite frey, und bindet eine gleiche Menge — E in derselben. Ist also die äußere Seite mit hinlänglichen Leitern verbunden, so giebt sie denselben so viel + E ab, als frey wird, und nimmt aus ihnen so viel — E an, als das + E der innern Seite bindet. Dies macht die Ladung der Flasche aus. Die E beyder Seiten binden einander; daher zeigen beyde Seiten, einzeln berührt, keine Elektricität, weil sie kein freyes oder sensibles E haben. Auch kan jede noch mehr E annehmen, wenn nur die andere eben so viel entgegengesetztes E erhalten kan. Ist das nicht, so kan jene auch weiter kein E annehmen. Denn der geringste Zusatz, den sie erhält, bleibt ungebunden oder frey, und stößt daher alles fernere gleichartige E ab.

Wird aber zwischen beyden Seiten eine leitende Verbindung gemacht, so macht sich auf einmal alles — E und + E in beyden los. Aus der innern Seite geht eben das + E heraus, welches das — E der äußern band, die äussere entläßt das — E, welches das + E der innern band. Beyde Seiten befreyen also einander selbst von ihren Elektricitäten.

Die Phänomene des Elektrophors erklären sich nach dieser Theorie weit leichter, als nach der Franklinschen, s. Elektrophor. Auch sind alle Erklärungen vollkommen gleichförmig, sie mögen + E oder — E betreffen, welches man bey Franklins positiver und negativer Elektricität nicht allezeit sagen kan.

Bey Gegeneinanderhaltung dieser beyden Theorien, welche bis hieher die einzigen beyfallswürdigen sind, scheint es für Franklin's Meynung vortheilhaft, daß sie da nur eine Materie braucht, wo Symmer deren zwo annehmen muß. Man soll nach Newtons weisen Regeln nie mehr Ursachen annehmen, als zur Erklärung der Erscheinungen nothwendig sind, also nicht zwo, wo eine hinreicht. Allein es ist hier eben die Frage, ob diese eine wirklich hinreichend sey, und überdies ist es der Analogie der Natur sehr gemäß, zwo Substanzen anzunehmen, die sich anziehen, binden und sättigen, wie Säuren und Laugensalze, deren besondere Wirkungen unmerklich werden, wenn sich beyde zu einem Mittelsalze verbinden.

Gegen Franklins positive und negative Elektricität aber läßt sich einwenden, daß noch Niemand durch einen entscheidenden Versuch habe darthun können, welche von beyden denn wirklich die positive oder im Ueberfluß bestehende sey. Es verhält sich nach dieser Theorie mit + E, o und — E, wie mit verdichteter, freyer und verdünnter Luft. Wie es nun bey der Luft sogleich in die Augen fällt, wo sie verdichtet und verdünnt sey, so sollten sich doch hier auch deutliche Anzeigen finden, wo man den Ueberfluß, und wo den Mangel antreffe. Franklin ward hierüber schon von Kinnersley befragt, und nahm die Glaselektricität für die positive an. Seine Gründe für diese Behauptung sind folgende.

1. Die Glaselektricität giebt weit stärkere und längere Funken, als die einer Schwefelkugel. Dies erklärt er dadurch, daß die Körper weit geschickter sind, mehr Elektricität anzunehmen, als die ihnen eigne aus sich herzugeben, daher der Conductor durch Glas, wobey er mehr erhalte, stärker elektrisirt werde, als durch Schwefel, wo-

bey ihm etwas entzogen werde. Dies ist aber eine willkührlich angenommene Behauptung, die keinen Beweis abgeben kan.

2. Wenn die Glaselektricität aus Spitzen ausgeht, sind die Feuerbüschel lang, stark und prasselnd; kürzer hingegen, schwächer und mehr zischend, wenn eine Spitze Harzelektricität verliert. Franklin nimmt die starken Büschel für **Ausströmen** des Ueberflusses, die schwachen für **Eindringen** an, wodurch Mangel ersetzt werde. Die Vertheidiger seines Systems haben noch angeführt, daß Spitzen, wenn sie + E annehmen oder — E abgeben, gar keinen Büschel, sondern einen leuchtenden Punkt zeigten, oder nur glühend schienen. Hiemit scheinen aber die Versuche nicht immer übereinzustimmen; denn sowohl negative als positive Spitzen zeigen Lichtbüschel, die erstern nur schwächere. Noch mehr. An beyderley Spitzen fühlt man ein Blasen, wenn man die flache Hand dagegen hält, und dieser Wind kömmt jederzeit von der Spitze her, geht aber nie auf sie zu. Man kan durch dieses Blasen Körper in Bewegung setzen, s. **Flugrad, elektrisches**, und diese drehen sich allezeit nach einerley Seite, es sey nun + E, was sie treibt, oder — E. Ja, eben das geschieht auch im **luftleeren** Raume. Kampher, den man auf dem Conductor anzündet, wieder ausbläset, und dann plötzlich elektrisiret, wird in lange divergirende Fäden ausgesponnen, der Conductor mag + E oder — E haben. Das scheint doch eher anzuzeigen, daß auch aus negativen Spitzen etwas wirklich ausgehe, nicht blos etwas in sie eindringe.

3. Franklin glaubte zu bemerken, daß der Funken zwischen der Schwefelkugel und seinem Finger sich über des letztern Oberfläche zu verbreiten schien, als ob er aus dem Finger flösse; bey der Glaskugel aber war der Fall anders. Hierauf ist zu antworten, daß ja die Verbreitung über eine Fläche eben sowohl Einfließen als Ausfließen anzeigen könne, und daß das Phänomen viel zu undeutlich sey, als daß es zum Entscheidungsgrunde eines Systems dienen könnte.

4. Er führt endlich an, daß das Blasen negativer Spitzen schwächer sey, als das von positiven. Dies ist aber mehr wider ihn, indem er dadurch doch eingesteht, daß negative Spitzen auch blasen, welches weit eher ein Ausströmen, als ein Eindringen, anzeigt. Höchstens folgt hieraus, daß + E sich leichter mittheile, als — E.

Es ist also eine blos willkührlich angenommene Behauptung, daß die Glaselektricität oder unser + E der Ueberfluß, die Harzelektricität oder unser — E der Mangel an elektrischer Materie sey. Man würde die Wahrheit dieses Satzes prüfen können, wenn es möglich wäre, die Richtung der elektrischen Funken und der Erschütterungsschläge zu bemerken. Aber daran ist bey der erstaunlichen Geschwindigkeit der elektrischen Uebergänge gar nicht zu denken. Franklins Anhänger, z. B. Cavallo, geben zwar viele Versuche an, welche zeigen sollen, daß die Richtung stets von der positiven Seite aus und gegen die negative zu gehe. Es hat aber keiner unter diesen Versuchen die zur Entscheidung erforderliche Deutlichkeit. Bey allen wird eine fast ängstliche Sorgfalt empfohlen, wenn sie nicht fehlschlagen oder zweydeutig ausfallen sollen, bey einigen wird sogar eingestanden, daß das Resultat bald so, bald anders sey, und die sichersten gründen sich auf die Phänomene des elektrischen Lichts, wobey immer nur willkührlich angenommen wird, daß das schwächere Licht ein Eindringen der Materie anzeige.

Dagegen kan man andere Versuche anführen, die dem Franklinschen System gerade zu entgegen sind. Dahin gehört der elektrische Schlag durch eines oder mehrere Kartenblätter. Die Löcher in den Blättern haben, wie Cavallo (III. B. Cap. 10. Vers.) selbst anmerkt, auf beyden Seiten einen erhabnen auswärts gebognen Rand oder Wulst. „Dieser Umstand zeigt, sagt er, daß das „Loch nicht nach der Richtung, nach welcher die Materie „durchgeht, geschlagen werde.“ Er zeigt aber vielmehr, daß die Materie nicht nach einer Richtung durchgehe.

Wenn man endlich auf die Wirkungen der Vertheilung und der elektrischen Wirkungskreise sieht, so ist es

weit natürlicher und leichter, sich dabey zwo Materien, deren jede ein Franklinsches positives E ist, zwey reelle Wesen, als einen Mangel und Ueberfluß eines einzigen E zu gedenken. Ich begreife weit leichter, wie ein reelles + E ein anderes eben so reelles — E in der Entfernung anziehen, binden und festhalten könne, als ich mir vorstellen kan, wie sich Ueberfluß und Mangel anziehen und binden können.

Daher ist selbst Herr Wilke, der sonst in den Erklärungen dem Franklinschen System sehr glücklich folgte, und sogar zu Verschönerungen desselben beygetragen hat, seit seinen im Jahre 1762 und 1763 angestellten Versuchen (Schwed. Abhandl. B. 23. S. 271. ingl. B. 25. S. 207. u. f.) über die entgegengesetzten Elektricitäten, mehr auf die Seite der Symmerschen Theorie getreten, und hat sich nachher in seinen Abhandlungen über den Elektrophor (Schwed. Abhdl. B. 39. S. 68.) noch bestimmter dafür erkläret. Auch Bergmann (Schwed. Abhdl. für 1765, B. 27. S. 145.), Kratzenstein (Vorles. über die Exper. Phys. Copenh. 4te Ausg. 1781. 8. p. 151.), Karsten (Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle 1783. 8. §. 497.) und Forster (in Crells neusten Entdeckungen in der Chymie, 12. B. S. 154.) nehmen lieber zwo verschiedne elektrische Materien, als eine einzige, an. Herr Lichtenberg erklärt die Phänomene durch die Bezeichnungen + E und — E in Ausdrücken, welche man nach den beyden System übersetzen kan. Man wird aber diese Uebersetzungen weit leichter und schöner finden, wenn man sie nach der Symmerschen Theorie einrichtet, welcher auch Hr. Lichtenberg den Vorzug giebt.

Franklin selbst, der über Anhänglichkeit an Hypothesen weit hinaus ist, hat von seiner Theorie nie anders, als mit Mißtrauen, gesprochen. Seine Verdienste gründen sich nicht auf diese Theorie, sondern auf die wohlgeordneten Vorstellungen, die er uns mit Hülfe derselben verschaft hat, und auf seine übrigen Entdeckungen und wichtigen Anwendungen derselben, welche immer feststehen, die Theorie

falle oder nicht. Er führt selbst an (Briefe v. der Elektr. der deutschen Uebers. S. 83.), es sey der Menschheit mehr an der Kenntniß der Gesetze der Natur, als an der Kenntniß ihrer Ursachen gelegen. Es sey sehr nützlich, zu wissen, daß das Porcellan ohne Stütze herabfalle und zerbreche; aber warum es falle, und warum es zerbreche, sey ein Gegenstand der bloßen Speculation. „Es ist ein Vergnügen, das zu wissen setzt er hinzu, wir können aber „unser Porcellan auch ohne dieses bewahren."

Zum Beschluß dieses Artikels muß ich noch mit wenigem einiger Muthmaßungen der Naturforscher über die Natur der einen oder der mehrern elektrischen Materien, und über ihre Aehnlichkeit mit andern Stoffen, gedenken. Die ältesten Beobachter hielten sie für einen ölichten Ausfluß aus den Körpern selbst; als man aber ihr Licht, ihren Funken, ihre zündende Kraft u. s. f. bemerkte, war es sehr natürlich, sie dem Feuer ähnlich zu finden, und daher kömmt die Benennung des elektrischen Feuers, welche bey den physikalischen Schriftstellern seit Grays Zeiten so gewöhnlich geworden ist.

So sehr nun verschiedene Wirkungen der Elektricität mit den Wirkungen des Feuers übereinstimmen, so ist doch oft in den Körpern viel Feuer oder Wärme anzutreffen, ohne daß sie einen merklichen Grad der Elektricität zeigten; auch dringt das Feuer durch alle bekannte Körper, und vertheilt sich nach gewissen Verhältnissen, da hingegen die elektrische Materie blos durch die Leiter geht; endlich theilt sich das Feuer den Körpern nur langsam mit, da hingegen die elektrische Materie die längsten Leiter fast augenblicklich durchströmet. Diese Unterschiede zeigen schon, daß man die Gleichheit zwischen den Ursachen der Elektricität und der Wärme nicht ohne alle Einschränkung annehmen könne.

Herr Achard (Mém de l'acad. de Prusse, 1779.) hat die Aehnlichkeiten der Elektricität mit der Wärme in Absicht auf Erregung, Wirkung und Mittheilung in einer eignen Abhandlung zusammengestellt. Er bemerkt, daß alles Reiben sowohl Elektricität, als Wärme, errege, daß

Wärme sowohl als Elektricität die Körper ausdehne, die Vegetation und Ausdünstung befördere, und den Umlauf des Bluts beschleunige, daß beyde das Auslaufen der Eyer bewirken, Metalle schmelzen, und sich gleichförmig durch die Körper zu verbreiten streben, daß endlich eben die Körper, welche die Wärme am schnellsten annehmen und verlieren, auch die Elektricität am besten annehmen und leiten.

D. Priestley (Obs. on different kinds of air, Vol. II. Sect. 13.) findet, daß der elektrische Funken, wenn er in verschiedene Luftgattungen geht, einerley Wirkung mit einem zugesetzten Phlogiston hervorbringe. Dahin gehört auch sein Versuch, daß der elektrische Funken, wenn er durch Luft geht, die Lakmustinktur röthe, ingleichen die Versuche des Grafen von Milly über die Reduction der metallischen Kalke durchs Elektrisiren, und Achards Versuch (Chymisch-physische Schriften, S. 188.), da geschmolzener Schwefel durch den elektrischen Schlag alkalisirt wird. Priestley nimmt seinen Versuchen nach an, die elektrische Materie sey entweder das Phlogiston selbst, oder enthalte doch dergleichen. Inzwischen sind diese Versuche noch nicht entscheidend, weil das Phlogiston auch aus der Oberfläche der Leiter, aus welchen der Schlag gekommen ist, oder aus fremden in der Luft schwebenden Theilen könnte entbunden worden seyn.

Henly (s. Cavallo, Th. II. Cap. 2.) nimmt die elektrische Materie für eine besondere Modification eben desjenigen Grundstofs an, der im Zustande der Ruhe Phlogiston, bey gewaltsamer Bewegung aber Feuer genannt werde. Er beruft sich darauf, daß beym Reiben solcher Körper, welche verschiedne Mengen von Phlogiston enthalten, diejenigen, welche viel Phlogiston haben (z. B. vegetabilische Materien), die elektrische Materie abgeben, d. i. negativ elektrisirt werden, daß hingegen die, welche wenig Phlogiston haben (z. B. animalische Substanzen), elektrische Materie annehmen, d. i. eine positive Elektricität erhalten. Diesen Satz hat er durch viele Versuche bewiesen; der daraus gezogne Schluß aber beruht ganz auf

dem Franklinschen System. Er sieht also Phlogiston, Elektricität und Feuer blos als verschiedene Modificationen eines und ebendesselben Grundstofs an der im ruhenden Zustande Phlogiston sey, beym ersten Grade der Wirksamkeit Elektricität, und bey heftiger Bewegung Feuer hervorbringe. Man kan nicht läugnen, daß diese Vorstellungsart bey der Voraussetzung einer einzigen elektrischen Materie, alle Aufmerksamkeit verdiene.

Diejenigen hingegen, welche die Symmersche Theorie mehr befriediget, haben zur Erklärung der Ursachen elektrischer Erscheinungen zwo besondere mit einander verwandte Materien nöthig. Herr Wilke nimmt dafür das Feuer und eine Säure an, hat auch in seinen angeführten Abhandlungen statt der Bezeichnungen + E und — E stets die Namen Feuer und Säure gebraucht. Die neuern chymischen Untersuchungen und Theorien über Feuer, Phlogiston und Verbrennung, wobey sich mehrentheils zween einander entgegenwirkende Stoffe zeigen, haben zu bestimmtern Muthmaßungen hierüber Gelegenheit gegeben.

Herr Kratzenstein (Vorles. über die Exp. Phys. 4te Aufl. Copenh. 1781. 8.) nennt + E die acide, — E die phlogistische Elektricität, und leitet alle elektrische Erscheinungen von Dunstkreisen her, die aus feinen Theilen des Acidums und des Phlogistons, d. i. aus schweflichten und phosphorischen Ausflüssen bestehen, die aus den Körpern herausgetrieben und in eine zitternde Bewegung versetzt werden. Herr Lichtenberg (Magazin für das Neuste aus d. Phys. I. B. 4 St. S. 113. u. f.) giebt von dieser Theorie einen ungemein lehrreichen Auszug, mit seinen Bemerkungen begleitet.

Herr Karsten (Anl. zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur, §. 497.) nimmt bis auf weitere Untersuchung den Stof des + E für reine mit Elementarfeuer gesättigte Luft, den des — E für das an eine zarte Säure gebundne Phlogiston an, und erklärt hieraus die Hauptgesetze der Elektricität sehr schön und in völliger Uebereinstimmung mit Crawford Theorie der Verbrennung. Daß aber bey elektrischen Wirkungen alle die hier genannten Grundstoffe,

nemlich Feuer, Säure, Phlogiston und Luft, wirksam sind, ist größtentheils durch Versuche erwiesen. Beym elektrischen Funken zieht nach dieser Erklärung das Feuer die Säure, die Luft das Phlogiston an; alle diese Stoffe verlassen ihre vorigen Verbindungen; das Feuer vom Phlogiston getrennt, wird frey und als ein Funken sichtbar, die Säure röthet die Lakmustinktur, und die Luft wird phlogistisirt. Alles übrige erklärt sich, wie bey Franklin, wenn man nur unter Ueberfluß jetzt Ueberfluß an + E und Mangel an — E, unter Mangel jetzt Mangel an + E und Ueberfluß an — E versteht.

Eben so äußert Herr Forster (Crells neuste Entd. 12 B. S. 154.) die Vermuthung, daß + E Feuer oder Wärme, — E Brennbares sey. Er findet in der atmosphärischen Luft Wärme und Luftsäure. „Wenn man „nun, sagt er, Glas auf einer harzigen Materie reibt, so „werden die Feuertheile, die in der dephlogistisirten Luft „sind, angehäuft und längst dem Leiter ausgebreitet: dagegen auf der andern Seite die phlogistische Materie sich „auch anhäuft. Wenn nun z.B. eine geladne Flasche be„rührt wird, und also beyde elektrische Materien, die sich „so sehr entgegen sind, einander begegnen müssen, und bey„de eilen, sich ins Gleichgewicht zu setzen, so wirkt die Luft„säure aufs Phlogiston, das Feuer wird entbunden, zeigt „sich als Feuer und wirkt als solches. Das Phlogiston „und die Luftsäure aber zeigen sich auch, besonders die „letzte, die sich durch den Geruch sehr deutlich zu erken„nen giebt 2c."

In diesen, jetzt freylich noch unvollkommnen, Entwürfen scheint doch etwas mehr, als bloße Muthmaßung, zu liegen, und man darf hoffen, daß fernere chymische Untersuchungen, welche schon so viel Licht über andere Fächer der Physik verbreitet haben, in Zukunft auch deutlichere Belehrung über die bey der Elektricität wirksamen Grundstoffe verschaffen werden.

Cavallo vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricitat, aus d. Engl. 3te Aufl. Leipzig 1785. 8.

Adams Versuch über die Elektricität, aus d. Engl. Leipzig. 1785. 8.

Priestley Geschichte der Elektricität, aus d. Engl. von Krünitz, Berl. u. Stralf. 1772. gr. 4.

Franklin's Briefe von der Elektricität, übers. v. Wilke, Leipz. 1758. 8.

Lichtenbergs Ausgabe von Errlebens Anfangsgr. der Naturlehre, Gött. 1784 8. besonders Anm. zu §. 549

Karsten Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. §. 114-132, ingl. §. 497. u. f.

**Elektricität, medicinische,** Electricitas medica, *Electricité medicale.* Unter diesem Namen werden die Anwendungen der Elektricität auf die Heilung einiger Krankheiten des menschlichen Körpers begriffen.

Die unstreitigen Wirkungen der dem menschlichen Körper mitgetheilten Elektricität sind eine Beförderung der allmähligen Ausdünstung, ein beschleunigter Umlauf des Bluts und eine Vermehrung der Absonderungen in den Drüsen. Was insbesondere den Umlauf des Bluts betrift, so vermehrt bloßes Elektrisiren, es sey positiv oder negativ, die Anzahl der Pulsschläge ohngefähr um ein Sechstel (z. B. von 80 in einer Minute bis auf 96). Diese Wirkung ist bey gesunden Personen fast ganz allgemein, und erfolgt oft auch bey kranken. Gerhard (Nouv. Mém. de Berlin 1772.) behauptet, daß das Elektrisiren die Zahl der Pulsschläge bisweilen sogar verdoppele, manchmal aber auch vermindere. Vermuthlich kömmt hier sehr viel auf den Grad des Elektrisirens, auch auf Constitution und Temperament der Personen an, bey denen oft, wenn sie mit Angst und Zittern an die Elektrisirmaschine treten, der Puls schon der Furcht wegen geschwinder geht. Die elektrischen Ströme erregen einen gelinden mechanischen Reiz, die Funken und Schläge einen stärkern, der mit Erschütterung der Nerven, oft bis zu convulsiven Bewegungen, begleitet ist.

Niemand wird leugnen, daß die angeführten Wirkungen der mitgetheilten Elektricität und des Ausströmens dem Körper dienlich sind, und bey manchen Krankheiten

vortheilhafte Folgen haben können, besonders bey denen, welche von Verstopfungen der Gefäße und Nervenzufällen herrühren, wie z. B. Flüsse, Taubheit, Zahnweh, Geschwülste ohne Vereiterung, Entzündungen, besonders der Augen, schwarzer Stahr, Thränenfisteln, Lähmungen, Geschwüre, Hautausschläge, der Veitstanz, scrophulöse Geschwülste, Abscesse, Lungenentzündungen im ersten Anfange, Nervenkopfschmerzen, Ansatz zur Wassersucht, Podagra, Wechselfieber, Verhaltung der monatlichen Reinigung u. dgl. sind, bey welchen man auch die Elektricität jederzeit heilsam, und bey gehöriger Behandlung nie schädlich befunden hat.

Dagegen hat die Erfahrung gelehrt, daß bey Abflüssen oder verstärkten natürlichen Abgängen die Elektricität wenig Dienste leiste; wie man denn auch nicht rathsam findet, sie wegen des Reizes, den sie verursacht, bey venerischen Personen und bey Schwangern zu gebrauchen.

Kratzenstein wird als der Erste angeführt, der im Jahre 1744. zu Halle die Lähmung eines Fingers durch Elektrisiren geheilt hat. Im Jahre 1748 heilte Jallabert zu Genf eine durch den Schlag eines Hammers entstandene Lähmung des Arms durch Elektrisiren mit Funken und Erschütterungsschlägen verbunden, worauf Sauvages zu Montpellier diese Curen vervielfältigte und berühmter machte. Die unschickliche Wahl der Behandlung verursachte damals, daß die Proben nicht stets so ausfielen, wie man wünschte, unstreitig darum, weil man die Kranken durch allzustarke Funken und Schläge aufs heftigste angrif und fast mißhandelte. Daher wurden die Meynungen sehr getheilt, und häufige Streitschriften gewechselt. D. Hart (Philos. Trans. Vol. XLVIII. P. 2. S. 786) und Franklin (Phil. Trans. Vol. L. P. 2. S. 481.) führen Fälle an, wo die Elektricität nicht geholfen, oder gar geschadet haben soll; Franklins Art zu elektrisiren, ist aber auch so heftig, daß sie wohl Gesunde krank machen könnte. Lovet (Electricity rendered useful. London. 1760. 8.) schlug zuerst eine gelindere Behandlung durch einfaches Elektrisiren, Funken und höchstens schwache Erschütterun-

gen vor, und verrichtete auf diesem Wege, so wie der berühmte **Wesley**, eine grosse Menge glücklicher Curen. Auch **de Haen** (Ratio medendi, Vol. I. S. 234.) erklärt sich sehr für den medicinischen Gebrauch der Elektricität, wovon übrigens **Ferguson** (Introd. to electricity, London. 1770 8. Sect. 6.) und **Hartmann** (Die angewandte Elektricität bey Krankheiten des menschl. Körpers, Hannover 1770. 8.) viele vortheilhafte Beyspiele anführen. Jetzt ist der Gebrauch der Elektricität durch die englischen Aerzte sehr emporgekommen, und die Art der Behandlung genauer bestimmt worden. Sie ist von **Partington** bey Augenentzündungen (s. **Cavallo** Versuch über die medicin. Elektricität, S. 50) und Zusammenziehung der Muskeln (Philos. Trans. Vol. XLVIII.), von **Fothergill** (Philos. Trans. Vol. LXIX.) beym Veitstanze mit glücklichem Erfolg gebraucht, und von **Birch** (s. Samml. auserlesener Abhdl. zum Gebrauch praktischer Aerzte, Leipz. 8. V. B. 4tes St. Num. 1.) als ein besonders wirksames Mittel bey Verhaltungen der monatlichen Reinigung empfohlen worden. Beyspiele, daß die Elektricität auch beym schwarzen Stahr mit gutem Erfolg gebraucht worden sey, finden sich im 5ten Bande der londner medicinischen Bemerkungen und Versuche (Medical Essays of the College of Physicians in London).

Ob man gleich die sonst gewöhnlichen starken Schläge ganz vermeiden muß, so thut man doch besser, sich großer Maschinen zu bedienen, die wenigstens drey Zoll lange Funken geben. Diese Größe ist nöthig, wenn das Ausströmen, welches die neuern Aerzte so wirksam gefunden haben, mit der gehörigen Stärke erfolgen soll.

Zu diesem Ausströmen hat **Partington** einige Instrumente erfundet, die er **Directoren** nennt. Sie bestehen aus messingenen mit Kugeln geendeten Stäben mit gläsernen Handgriffen. Man kan sie auch brauchen, um gelinde Schläge durch einen einzelnen Theil des Körpers zu leiten, wenn man durch Dräthe einen davon mit dem Knopfe, den andern mit der äußern Belegung einer geladenen Flasche verbindet, dann aber ihre Kugeln zugleich

an die beyden Enden des Theiles anhält, durch welchen der Schlag gehen soll. Um hieben die Stärke der Schläge genauer abzumessen, kan man sich des Auslade-elektrometers von **Lane** bedienen, s. **Elektrometer**. Andere Directoren endigen sich in einen umgebognen Drath, an welchen ein 1 — 1½ Zoll langes nicht sehr spitziges Holz, am besten Buxbaum, gesteckt werden kan. Verbindet man den Drath dieses Directors mit dem ersten Leiter der Maschine, und hält ihn bey den gläsernen Handgriffe so, daß die hölzerne Spitze 1 — 2 Zoll weit von dem Körper des Kranken absteht, so strömt die elektrische Materie aus dieser Spitze so aus, daß ihre Kraft zwischen der aus metallischen Spitzen ausgehenden und der Kraft der Funken das Mittel hält. Der Strom besteht aus einer großen Anzahl ungemein kleiner Funken, mit einem sanften Blasen, erregt einen gelinden Reiz, und bringt eine angenehme Wärme in den elektrisirten Theil. Wo dieser Grad noch zu stark ist, da muß man das Holz abnehmen, und die elektrische Materie blos aus der metallnen Spitze des Directors selbst ausströmen lassen, welches die gelindeste Behandlung und doch sehr wirksam ist. Das Ausströmen kan sogar ohne Furcht einer Beschädigung auf die Augen gerichtet werden, wozu **Hausmann** (Sammlung der auserlesensten und neusten Abhandlungen für Wundärzte, Leipz. 8. IV. Stück. Num. 17.) einen eignen Director beschreibt.

Noch eine andere Art der Directoren besteht aus einer an beyden Enden ofnen Glasröhre. Das eine Ende ist mit Kork verstopft, durch den ein Drath geht, dessen stumpfes und glattes Ende innerhalb der Röhre noch $\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10}$ Zoll von dem andern Ende absteht. Am andern Ende des Draths ist ein metallner Knopf. Diese Directoren dienen, aus den innern Theilen des Ohres oder Mundes Funken zu ziehen, daher man auch oft das Ende der Röhre und des Draths ein wenig umbiegt. Man setzt den Kranken auf einen isolirten Stuhl, verbindet ihn mit der Maschine, bringt das Ende der Glasröhre in Berührung mit dem leidenden Theile, und fährt mit dem Knöchel des Fingers gegen den Knopf, so entsteht ein Funken zwischen

Knopf und Finger, und ein anderer zwischen dem Ende des Draths und dem leidenden Theile.

Es giebt fünf Grade der zur Heilung dienlichen Elektricität: das Ausströmen aus metallnen Spitzen, das aus hölzernen, schwache Funken, stärkere Funken, und endlich schwache Schläge. Man muß allezeit den Anfang mit dem schwächsten Grade machen, dies einige Tage lang fortsetzen, und nur, wenn es keine Wirkung thut, stufenweis so lang fortgehen bis man den wirksamen Grad findet, den man nicht weiter verstärken darf. Auch muß man nie zu Graden steigen, die dem Kranken Beschwerde und sehr unangenehme Empfindungen erregen.

Noch eine sehr vortheilhafte Methode, einen kranken Theil zu elektrisiren, ist diese. Man isolirt den Kranken, verbindet ihn mit der Maschine, entblößt den leidenden Theil und bedeckt ihn mit trocknem warmen Flanell. Man bringt nun den Knopf eines Draths mit einem gläsernen Handgriffe an den Flanell, und fährt schnell darauf herum. So entstehen viele kleine Funken, die eine angenehme Wärme erregen, und bey Lähmungen, Flüssen, laufendem Gliederreißen, Kälte einzelner Theile ꝛc. von vorzüglichem Nutzen sind.

Das Ausströmen aus Spitzen muß man wenigstens 3, höchstens 10 Minuten dauren lassen. Bey Schlägen durch einerley Theil muß man nicht über 12—14 gehen; die Anzahl der Funken darf etwas höher steigen.

Priestley Gesch. der Elektricität, durch Krünitz, S. 260. u. f.

Cavallo Versuch über die Theorie und Anwendung der medicinischen Elektricität, aus d. Engl. Leipzig 1782. 8

**Elektricitätsträger, beständiger,** s. Elektrophor.

**Elektricitätszeiger,** Index s. Gnomon electricitatis. Man hatte diesen Namen einigen Vorrichtungen beygelegt, deren sich die ersten Beobachter der Gewitterelektricität bedienten, um das Daseyn derselben zu bemerken und ihre Stärke zu messen. Jetzt werden zu dergleichen Beobach-

tungen selten andere, als die gewöhnlichen atmosphärischen Elektrometer, gebraucht, von welchen ich in dem Artikel: Luftelektrometer, handeln werde. Man könnte inzwischen den größern und immer bleibenden Veranstaltungen hiezu den Namen der Elektricitätszeiger lassen, und die kleinen portativen Werkzeuge Luftelektrometer nennen. Man hat ihnen auch den Namen Blitzmesser beygelegt, der dem Unerfahrnen sehr sonderbar vorkommen muß; auch den halb lateinischen und halb griechischen Namen Fulgurometer, wofür man schicklicher Brontometer sagen würde. Diese Namen scheinen mir aber unschicklich. Man mißt doch nicht den Blitz oder den Funken, sondern nur die Stärke der Elektricität.

Franklin (Briefe über die Eletricität nach Wilkes Uebers. S. 140 f.) setzte, nachdem er die Gleichheit des Blitzes und der Elektricität entdeckt hatte, zuerst eine isolirte eiserne Stange auf sein Haus, und befestigte an derselben zwey Glöckchen, so, daß sie ihm durch ihr Läuten die Elektrisirung der Stange andeuteten, s. Glockenspiel, elektrisches. Am 12 April 1753 fand er dadurch zum Erstenmale bey einem Gewitter die Elektricität der Wolken negativ. Man kan auch die Veranstaltungen, durch welche Dalibard und Delor die Gleichheit des Blitzes mit der Elektricität bestätigten, s. Blitz, unter die Elektricitätszeiger rechnen. Diesen Beobachtern, so wie dem Abbe Mazeas sammelte die einfache Stange noch nicht genug Elektricität, sie verbanden sie daher mit mehrern isolirten Metallstangen, und nannten die ganze Vorrichtung ein Elektricitätsmagazin (*Magazin d'électricité*). Canton bediente sich einer isolirten Stange, brachte aber am Ende derselben, wo sie auf der isolirenden Glassäule ruhte, einen zinnernen Deckel an, um den Regen vom Glase abzuhalten.

Richmann erfand sich eine eigne Veranstaltung (De indice electricitatis, in Nov. Comm. Petrop. To. IV. ad ann. 1752 et 1753. p. 310. ingl. *Winkler* de avertendi fulminis artificio, Lipſ. 1753. 4.), u. legte ihr den Namen Index s. Gnomon electricitatis bey. Sein

Schicksal und seine Verdienste sind es wohl werth, daß man diesen Namen zu seinem Andenken in der Wissenschaft beybehalte. Er hatte am Dache seines Hauses einen Ziegel ausgehoben, und auf die nebenliegenden Ziegel eine gläserne Flasche gesetzt, durch welche eine eingeküttete eiserne Stange hindurchgieng. Ihr oberes Ende ragte 4—5 Schuhe über das Dach hervor. Am untern Ende hieng eine Kette, welche, ohne Leiter zu berühren, in ein Zimmer geführt war, in welchem sie noch 16 Schritt weit an der Decke bis an ein Fenster fortlief wo von ihr ein Metalldrath herabhieng. Dieser war mit einer kleinen Metallstange verbunden, welche in einem mit Kupferfeile gefüllten Glase auf einem 4 Schuh hohen Schranke aufstand. An der Metallstange hieng vom obern Ende herab ein leinener Faden, der, wenn sich Elektricität zeigte, von der Stange abgestoßen ward. Ein nebenstehender getheilter Quadrant gab den Winkel des abgestoßnen Fadens mit der Stange an. Die Gewitter-elektricität hob diesen Faden nie über 30°, die künstliche aber über 55°. Den 9 August 1752 war die Elektricität so stark, daß der obere Theil der Metallstange freywillig mit Geräusch ausströmte, und die Berührung derselben Hand und Arm erschütterte. Bisweilen setzte Richmann eine isolirte leidner Flasche daneben, deren innere Seite mit dem herabhängenden Drathe verbunden ward, und fand dadurch die Elektricität noch mehr verstärkt. Am 6 Aug. 1753 tödtete ihn bey dieser Veranstaltung der unglückliche Schlag, dessen Wirkungen bey dem Worte: **Blitz**, angeführt worden sind.

Um nun den Beobachter für ähnlichen Gefahren zu sichern, gab **Winkler** (De fulminis avert. artificio) eine andere Vorrichtung an, bey der man Funken, welche die Gewitterelektricität zwischen zween Körpern schlägt, aus der Ferne beobachten kan. Sie gehört ebenfalls zu den Elektricitätszeigern, giebt aber die Funken alsdann erst, wenn die Elektricität stark genug wird, um in der Schlagweite, auf welche die Körper gestellt sind, zu wirken, und dient also nicht zu Abmessung schwächerer oder stärkerer Grade.

Priestley (Gesch. der Elektr. durch Krünitz, S. 344.) schlägt zur Beobachtung der Luftelektricität folgende Einrichtung vor. Man errichte auf dem Gipfel eines Gebäudes eine Stange, welche oben ein dickes Stück Glas, etwa einen Schuh lang, hat, das mit einem zinnernen Trichter bedeckt wird, um den Regen davon abzuhalten. Ueber demselben lasse man eine hohe zugespitzte eiserne Ruthe hervorragen. Von dem Trichter lasse man einen Drath an dem Gebäude herabhängen, der von der Stange und den Theilen des Gebäudes etwa einen Schuh weit entfernt bleibt. Diesen führe man, ohne daß er Leiter berührt, durch ein Fenster ins Zimmer, und verbinde ihn mit einem isolirten Conductor, an welchem man die Elektricität durch die gewöhnlichen Erscheinungen wahrnehmen, auch ihre Stärke der Beschaffenheit mit Elektrometern untersuchen kan. Zur nöthigen Sicherheit räth Priestley an, neben dem Drathe einen gewöhnlichen Blitzableiter herabgehen zu lassen.

Le Roy (*Rozier* Observ. et mém. sur la physique, To. III. Janv. 1774.) beschreibt unter dem Namen des Fulgurometers folgende Veranstaltung. Er errichtet eine hohe hölzerne Stange an einem, so viel möglich, von Häusern, Bäumen ꝛc. entfernten Orte, kütter darauf eine gläserne Flasche, und auf diese einen blechernen Trichter in Gestalt eines 4 Schuh langen Sprachrohrs, dessen unterer Rand auf allen Seiten einen Schuh weit über die Flasche hinausgeht. Auf das obere enge Ende des Trichters wird eine 4—5 Schuh lange zugespitzte eiserne Stange aufgekültet, und von der Spitze aus ein Drath weit durch die Luft bis ins Zimmer des Beobachters geleitet, in dessen Fenster die Oefnung weit seyn muß; doch müssen die Fenster zugehalten werden, um keine Feuchtigkeit ins Zimmer zu lassen. Zur nöthigen Beschützung geht von dem Trichter noch eine Ableitungskette gerade herunter bis auf einen Schuh weit von der Erde; unter diese Kette wird eine Metallstange tief in die Erde eingelassen, und hat oben eine leichte blecherne Platte mit einem Charnier. Wenn die Elektricität zu stark wird, soll nemlich das Ende der

Kette (an das man hiezu wohl eine Kugel, oder noch eine Platte anbringen möchte) die Platte anziehen, und sich dadurch in die Erde ausladen. Im Zimmer steht ein hölzernes Kästchen, dessen eine Wand eine Glasscheibe ist, dadurch der Drath geführt wird. Sie ist inwendig mit schwarzem Taffet überzogen, damit das innere des Kästchens dunkel bleibe. An einer Seitenwand ist ein Glasfensterchen, um hineinzusehen. Im Kästchen liegen auf zween Glasfüßen zwo kleine zugespitzte Metallstangen mit metallnen Scheiben so, daß sich immer die Spitze der einen Stange gegen die Scheibe der andern kehrt. Man muß sie näher oder weiter von einander stellen können. An die eine Stange wird der Drath des Blitzmessers, an die andere ein anderer Drath angebracht, der in den Boden des Zimmers herabgeht. Wenn nun die Elektricität der Atmosphäre positiv ist, so wird die mit ihr verbundne Spitze gegen die Scheibe, die mit der Erde verbunden ist, einen **Feuerbüschel**, und die andere einen leuchtenden **Punkt** zeigen; ist sie negativ, so werden die Erscheinungen die umgekehrten seyn. Ich zweifle, daß diese sehr zusammengesetzte Einrichtung Beyfall finden werde, zumal da die Phänomene des elektrischen Lichts nie ein bestimmtes Maaß gewähren. Man kan aber das ganze Kästchen weglassen, und die Elektricität mit dem Elektrometer untersuchen.

Eine andere hierhergehörige ziemlich weitläuftige Veranstaltung finde ich von **Donndorf** (Lehre v. der Elektr. II. B. S. 491.) beschrieben. Es wird ein Haus von Bretern leicht erbaut; mitten durch dessen Dach geht eine 20 Fuß hohe Stange, oben mit Spitzen versehen, unten auf Pech isolirt. Am Dache halten sie viele seidne Schnüre, damit sie nicht schwanke. Einige Schuhe über dem Dache sitzt an ihr eine große küpferne Haube, die den Regen auffängt, und durch eine Rinne in ein isolirtes Gefäß führt. Inwendig ist die Stange mit der innern Seite einiger Verstärkungsflaschen, und mit einer Metallplatte verbunden, die an seidnen Schnüren aufgezogen und niedergelassen wird. Die äußern Seiten der Flaschen sind mit einem unter dieser Metallplatte stehenden Stative verbunden.

So laden sich die Flaschen durch die Gewitterwolke, und entladen sich, wenn man die Metallplatte nahe genug ans Stativ herabläßt. Die Beobachter können an eine ment-fernten sichern Orte stehen, an welchen die seidnen Schnüre zum Aufziehen der Metallplatte hingeführt werden. Aus der Schlagweite zwischen dieser Platte und dem Stative kan man auf die Stärke der Elektricität schießen.

Dies sind die zur Beobachtung der Gewitterelektricität im Großen vorgeschlagnen Einrichtungen oder Elektricitätszeiger, unter welchen der von Priestley beschriebne mir der beste däucht. Bequemer erreicht man eben die Absicht durch den elektrischen Drachen, und die portativen Luftelektrometer, von welchen in besondern Artikeln gehandelt wird.

Priestley Geschichte der Elektr. S. 344.
*Winkler* de Fulminis avertendi artificio, Lipf. 1753. 4.
Donndorf, Lehre von der Elektricität, Erfurt. 1784. 8. II. B. S. 491.

**Elektrische Körper**, an sich elektrische, idioelektrische Körper, Nicht-leiter, Corpora electrica, per se electrica, idioelectrica, *Corps électriques, idioélectriques, Non-conducteurs.* Diejenigen Körper, deren Reibung an andern einen merklichen Grad von Elektricität erregt. Dazu gehört nun, daß solche Körper die erregte Elektricität nicht selbst fortführen, oder durch ihre eigne Substanz verbreiten, sondern sie auf ihrer Oberfläche behalten, d. h. daß sie nicht leitend sind. Daher heißen sie auch Nicht-leiter.

Ein vollkommen elektrischer Körper würde derjenige seyn, der der Elektricität gar keinen Durchgang durch seine Substanz verstattete. Das Glas ist nach Franklins Behauptung ein solcher Körper. Man hat zwar diesen Satz durch Versuche bestreiten wollen; aber man hat dabey oft die Wirkungen der Ladung mit den Wirkungen der Mittheilung oder des Durchdringens verwechselt. Noch neuerlich hat Lyon (Exp. and Obferv. made with a view to point out the errors of the prefent received theory of electr

Kent. 1780. 4. und Farther proofs, that glass is permeable by the electric effluvia, Lond. 1781. 4.) diese Undurchdringlichkeit des Glases bestritten; allein Herr Lichtenberg (Magaz. für das Neuste aus der Physik, B. I. St. 1. S. 170 u. f.) zeigt sehr richtig, daß seine Versuche vielmehr Beweise für dieselbe enthalten. Da inzwischen erhiztes Glas unstreitig ein Leiter ist, so kan man doch sagen, daß es keinen Körper gebe, welcher stets und unter allen Umständen ein vollkommner Nicht-leiter wäre.

Die elektrischen Körper verstatten der Elektricität den Durchgang durch ihre Substanz und die Verbreitung über ihre Fläche nur mit Schwierigkeit. Sie behalten daher die Elektricität, die durch Reiben ihrer Oberfläche erregt worden ist, eine lange Zeit, und können nur schwer durch Mittheilung elektrisiret werden.

Die vornehmsten elektrischen Körper sind folgende:

Glas, und alle Verglasungen, selbst die metallischen.
Alle Edelsteine, am besten die durchsichtigsten.
Alle Harze und resinöse Mischungen.
Bernstein.
Schwefel.
Im Ofen gedörrtes, oder sonst sehr trocknes Holz. (*Ammersin* brevis rel. de electricitate propria lignorum, Lucernae 1754. 12.)
Alle Erdharze.
Wachs.
Seide.
Baumwolle.
Alle trockne thierische Substanzen, als Federn, Wolle, Haare rc.
Papier.
Zucker.
Luft.
Oele.
Metallische und halbmetallische Kalke.
Asche von animalischen oder vegetabilischen Substanzen.

Rost der Metalle.
Alle trockne und vegetabilische Substanzen.
Alle harte Steine, am besten die härtesten.
Hartgefrornes Eis in einer Kälte von 13 Grad unter 0 nach Fahrenheit oder —20° nach Reaumur (*Achard* Mém. de Berl. 1776.).

Viele, und vielleicht alle angeführte Körper werden, wenn man sie erhitzt, Leiter, z. B. glühendes Glas, geschmolzenes Harz, heiße Luft, sehr erhitztes gedörrtes Holz u. s. w. Ueberhaupt laufen die Grenzen der Nicht-leiter und Leiter so in einander, daß es viele Körper giebt, die durchs Reiben merklich elektrisirt werden, und dennoch ganz gute Leiter sind. Diese heißen Halbleiter, wie z. B. trocknes nicht gedörrtes Holz, trockne Marmorplatten, u. s. w.

Oft ist das härteste und beste Glas ein Leiter, und wird erst, nachdem man es eine Zeit lang gebraucht hat, ein Nicht-leiter. Eine luftleere Glaskugel zeigt auf der äußern Seite keine Elektricität; alle elektrische Erscheinungen zeigen sich nur innerhalb der Kugel; ist aber die Luft in einem Glascylinder nur ein wenig verdünnt, so ist nach Beccaria (Elettricismo artific. §. 411.) seine Elektricität, wenn er gerieben wird, am stärksten.

Cavallo vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, Th. I. Cap. 2.

Elektrische Materie, s. Elektricität, unter dem Abschnitte: Hypothesen über die Ursache der Elektricität.

**Elektrisirmaschine**, elektrische Maschine, Machina electrica, *Machina électrique*. Eine Veranstaltung, um die ursprüngliche Elektricität eines elektrischen Körpers, durch Reiben, stark und anhaltend zu erregen, und andern Körpern mitzutheilen. Dabey heißt das, woran sich der elektrische Körper reibt, das Reibzeug, und der isolirte Leiter, dem er seine Elektricität immerfort mittheilt, der erste Leiter oder Hauptleiter, oft auch blos der Conductor der Maschine.

Man kan den Ursprung der Elektrisirmaschinen, wenn man weit zurückgehen will, von Otto von Guericke herleiten, der eine Schwefelkugel auf einem hölzernen Gestell mit einer Kurbel umdrehte, und mit der andern Hand rieb (s. Exp. nova de vacuo spatio, Amsterd. 1672. fol. p. 240.).

Hawksbee (Physico-mechanical experim. Lond. 1709. 4.) verfuhr eben so mit einer Glaskugel, nur brachte er statt der Kurbel ein Rad an, das er durch eine Schnur ohne Ende mit einem an der Axe der Kugel befindlichen Würtel verband, und mit einer Kurbel umdrehte.

Demohnerachtet bedienten sich Gray und du Fay noch immer blos der Glasröhren, welche entweder mit der blossen Hand, oder durch ein in derselben gehaltnes Reibzeug elektrisirt wurden, welche Methode wegen Ermüdung der Hand und der Unmöglichkeit, einen ersten Leiter anzubringen, nie starke Grade von Elektricität gewähren kan.

Das Verdienst, die Elektrisirmaschinen in die Experimentalgeräthschaft eingeführt zu haben, gehört den deutschen Gelehrten, und unter diesen vornehmlich unserm unvergeßlichen Hausen, Professorn der Mathematik in Leipzig, zu (*Hausen* novi profectus in historia electricitatis, Lips. 1743. 4.). Dieser scheint auf das Umdrehen der Glaskugel mit Hülfe eines Rades nicht durch Hawksbee's Beyspiel, sondern durch den Gedanken eines seiner Zuhörer gekommen zu seyn*). Durch Bosens und Winklers merkwürdige Versuche würden diese Maschinen allgemein bekannt und mit Beyfall aufgenommen. Der P. Gordon in Erfurt ließ zwar das Rad hinweg, und drehte einen

*) Der Name dieses Zuhörers war **Litzendorf**. Er war damals Führer des Grafen Julius Gebhard von Hoym, mit dem er bey Hausen die damals noch sehr neuen elektrischen Versuche sahe. Die beständige Unterbrechung des Reibens der Röhren mit der Hand brachte ihn auf den erwähnten Gedanken, den sein großer Lehrer mit Vergnügen annahm und ausführte. Ich habe diese Nachricht von einem würdigen Freunde und Schüler des sel. Hausen, dem Herrn Landkammerrath und Freyherrn **Kregel von Sternbach**, der sie noch aus Litzendorfs eigner Erzahlung weiß.

Glascylinder am Würtel durch eine Schnur, die über einen Bogen gespannt war, nach welcher Methode auch Winkler (Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektricität, Leipzig 1744. 8. S. 12.) eine Maschine verfertigen ließ, bey der der Würtel an der Axe des Cylinders, wie bey den Drechselbänken, vermittelst einer Schnur an einer Wippe durch Treten mit dem Fuße bewegt wird. Winkler kam aber bald zu der Hausenschen Einrichtung zurück, die er (Eigenschaften der elektrischen Materie, Leipzig 1745. 8.) so beschreibt, wie er sie selbst zu größern Versuchen gebraucht hat, daß nemlich mit einem einzigen Rade vier Kugeln zugleich gedrehet, und durch das Anhalten der Hände zwoer Personen gerieben werden.

Diese Winklerschen Maschinen sind darum vorzüglich merkwürdig, weil bey denselben zum erstenmale Kissen als Reibzeuge angebracht worden sind. Man hat also die nützliche Erfindung der Kissen dem Leipziger Drechsler Giesing zu danken, der nach Winklers eigner Versicherung (a. a. O. S. 12.) seine erste Maschine angegeben hat. Das Kissen machte eine Person mehr, welche sonst die Hand anlegen mußte, entbehrlich. Allein noch war es unvollkommen. Es war unter dem Glascylinder angebracht, und ließ sich zwar durch eine Stellschraube höher oder niedriger stellen, gab aber doch den Ungleichheiten der Rundung des Cylinders zu wenig nach, und erwärmte das Glas zu sehr, daher auch Winkler selbst wieder davon abgieng. Zuletzt kam er doch aus Mangel an Personen, deren Hände zur Erregung der Elektricität geschickt waren, wieder auf den Gebrauch der Kissen zurück, und versahe dieselben mit Federn, welche sie gelind an die Kugeln andruckten. Sigaud de la Fond (Précis histor. et experimental des phénom. electr. Paris 1781. 8.) versichert, daß er im Jahre 1754 ebenfalls auf den Gedanken gekommen sey, die Kissen seiner Maschine mit Federn zu versehen.

Der Abt Nollet (Essay sur l'électricité des corps, Paris 1746. 8. S. 48. u. f.) gab seiner Maschine die

Taf. VI. Fig. 112. vorgestellte Einrichtung, welche keine andre, als die von den deutschen Gelehrten erfundene selbst, ist. Er erklärte sich aber wider den Gebrauch der Kissen, und ließ daher stets eine Person die Hand an die Kugel legen. Seine eigne Hand war dazu sehr geschickt, und brachte stets eine starke Elektricität hervor. Den ersten Leiter hieng er mit seidnen Schnüren an der Decke auf, und verband ihn mit der Kugel durch eine Kette. In Frankreich ist diese, eigentlich aus Deutschland gekommene, Maschine bis zum Jahre 1770 beybehalten, und im Wesentlichen nichts daran geändert worden. Dennoch ist nicht zu läugnen, daß sie im Großen kostbar ist und viel Platz einnimmt, im Kleinen aber zu geringe Wirkung thut.

D. William Watson (Exp. and observ. on electricity, Lond. 1745. 8.) legte ebenfalls die Einrichtung der deutschen Gelehrten, mit denen er im Briefwechsel stand, zum Grunde, ließ aber durch sein Rad vier über einander stehende Glaskugeln auf einmal drehen, die sich an vier Kissen rieben. Priestley (Geschichte der Elektr. Taf. V. Fig. 1.) hat diese Maschine abgebildet. Zu ihrer Erfindung gab die Begierde, Bosens Beatification nachzumachen, Anlaß, von welcher man sich in England allzugroße Vorstellungen machte, und daher bemüht war, sehr starke Elektricitäten hervorzubringen, s. Beatification.

Wilson gab bald nachher eine Maschine an, welche weniger Raum erfordert. Ein Glascylinder wird durch ein danebenstehendes Rad gedreht, und reibt sich an einem unten angebrachten Kissen. Der erste Leiter ruht auf seidnen Schnüren, die an vier hölzerne Säulen auf dem Gestell der Maschine selbst gebunden sind. An dieser Maschine (Priestley Gesch. der Elektr. Taf. V. Fig. 1.) finde ich zum erstenmal den Leiter mit dem Cylinder durch einen Zuleiter oder Collector, d. i. durch einen Kamm mit metallnen Spitzen verbunden. Es sind aber Cylinder und Reibzeug nicht genug von andern Körpern entfernt, auch liegt der Leiter nicht fest.

Um Kugeln von großem Durchmesser in ziemlich kleinen Gestellen sehr schnell bewegen zu können, versahen sie die englischen Künstler mit Zahn und Getriebe, welches sie in ein messingenes Gehäuse einschlossen. Ein mit der Kurbel umgedrehtes Stirnrad greift in ein Getriebe, das an der Axe der Kugel fest ist. Muſſchenbroek lobt diese Maschinen sehr; sie verursachen aber, wenn sie nicht sehr fein und genau ausgearbeitet sind, ein unangenehmes Gerassel. Man kan dabey die Axe der Kugel vertikal stellen, oder horizontal legen. Brignoli (s. Hamb. Magazin, B. III. S. 565.) kam gar auf den Gedanken, die Axe des Cylinders oder der Kugel mit der Weltaxe parallel zu legen; allein die Lage der Axe thut gar nichts zur Sache.

Eine solche mit Zahn und Getriebe versehene Maschine mit vertikaler Axe von Nairne beschreibt Priestley (Gesch. der Elektr. Taf. VI. Fig. 1.). Der Leiter ruht auf seidnen Schnüren, die an vier aus dem Gestell hervorgehende Arme befestigt sind. Das Kissen wird an die Kugel durch eine federnde Stange angedrückt, an der es fest ist, und die auf dem Gehäuse des Räderwerks aufsieht. Diese Maschine ist tragbar, und läßt sich auf einen Tisch aufschrauben.

Eine andere ebenfalls von den englischen Künstlern erfundene Maschine zeigt Taf. VI. Fig. 113. In dem Gehäuse A ist eine Schraube ohne Ende, die von einem Stirnrade umgetrieben wird, das man mit der Kurbel CD dreht. Die ganze Maschine wird mit den Schrauben LM an den Tisch geschraubt. Am Fußbrete ist eine stählerne Feder H, welche das Kissen G festhält und an den Cylinder andrückt. Aus dem Fußbrete gehen zwo kupferne Stäbe RS hervor; auf diesen stehen zwo andere SY, an welchen wieder ein Paar andere YZ angebracht sind. An jedem Ende der letztern sind seidne Schnuren angeknüpft, in welchen der hohle kupferne Conductor OP hängt. In dem vordern Ende desselben O ist ein doppelter Drath von vergoldetem Kupfer, der vorn breit geschlagen ist; dieser Drath ist elastisch, drückt sich an den Cylinder an, und leitet dessen Elektricität dem Conductor zu. Bey P ist ein

Loch, worein man einen Drath stecken, oder eine Kette anhängen kan.

Read's, eines englischen Künstlers, Maschine, welche Priestley (Gesch. der El. Taf. VI. Fig. 2.) abbildet, hat einen senkrechtstehenden Cylinder, dessen Axe unten im Fußbrete, oben in einem vom Fußbrete heraufgehenden messingnen Bogen ruht. Unten hat die Axe einen Würtel, und wird durch eine hölzerne dem Tische parallel liegende Scheibe, vermittelst einer Schnur ohne Ende, gedreht. Der Leiter steht auf einem Glasbecher, der ihn isolirt, und ist an dem Ende gegen den Cylinder ausgezackt. Das Kissen wird durch eine am messingenen Bogen angebrachte Feder gehalten und angedrückt. Priestley rühmt diese Maschine als bequem für Aerzte, besonders weil der Leiter so fest stehe. Man kan auch den Glasbecher, der ihn trägt, belegen, und sogleich als leidner Flasche brauchen. Das Umdrehen der horizontalen Scheibe aber erfordert eine unbequeme Bewegung des Arms.

Priestley selbst (Gesch. d. Elektr. Taf. VII. u. VIII.) giebt zwo Maschinen von seiner eigenen Erfindung an. Er nennt die eine wegen ihres allgemeinen Gebrauchs eine Universalelektrisirmaschine. Das Gestell besteht aus zwey Bretern, welche durch zwey kleine Queerhölzer in einer parallelen Lage gegen einander gehalten werden. Diese Breter werden horizontal auf einen Tisch gelegt, und das unterste mit eisernen Klammern daran befestiget. Es stehen darauf zwo Säulen von gedörrtem Holze und das Kissen. Die eine Säule läßt sich zugleich mit der Feder, welche das Kissen trägt, in einem Falze verschieben, welcher der Länge nach durch das Bret geht, und kan durch Schrauben in die gehörige Entfernung von der andern gestellt werden. Die andere steht fest, und geht in das untere Bret hinein. Diese Säulen haben Löcher, in welche man die Spindeln mehrerer Kugeln oder Cylinder einlegen kan. Es ist aber nicht zu sehen, wie man bey diesem Gebrauche mehrerer Kugeln, wenn sie über einander stünden, an jede ein besonderes Kissen würde anbringen können.

Das Kissen ist eine hohle kupferne Schüssel, mit Pferdehaar ausgestopft, und mit Corduan überzogen. Es ruhet auf einem Fuße, der die cylindrische Axe einer runden Scheibe von gedörrtem Holze aufnimmt, wovon das andere Ende in dem Schnabel einer gebognen Stahlfeder steht. Die Feder ist mit einer Schraube versehen, durch welche man sie nach Gefallen anziehen oder nachlassen kan.

Das Rad ist an dem Tische fest. Es hat mehrere Einschnitte, um Schnüre einzulegen, wenn man mehr Kugeln oder Cylinder auf einmal gebrauchen will, und da es gar nicht mit dem Gestell zusammenhängt, so kan man es allemal in die Entfernung bringen, die die Länge der Schnur erfordert.

Der erste Leiter ist ein hohles birnförmiges Gefäß von Kupfer, das den Stiel auswärts kehrt, mit dem untern Theile aber auf einem Stativ von gedörrtem Holze steht. Von dem Stiele aus geht an die Kugel ein gebogner Messingdrath, am Ende mit einem Ringe, worein man einige kleine spitzige Dräthe steckt, welche ganz leicht an die Kugel anspielen und die Elektricität aus ihr einsammeln.

Priestley's zweyte Maschine ist nach ebendenselben Grundsätzen eingerichtet, dient aber nur für eine Kugel, die nebst Rade und Kissen auf ein dreyfüßiges Stativ gebracht ist. Der Leiter ist eben so, wie der vorige, und wird auf einem Tisch befestiget, neben welchem man das Stativ aufstellet.

Ob ich gleich der Zeitordnung nach hier einiger andern Erfindungen gedenken solte, so wird es doch bequemer seyn, die Einrichtungen der Maschinen, in welchen Glaskugeln oder Cylinder gedreht werden, vollends zusammenzustellen, und eine der vollständigsten recht umständlich zu beschreiben.

Cavallo (Vollst. Abhandl. der Lehre von der Elektr. Th. III. Cap. 2.) beschreibt die Taf. VII. Fig. 114. vorgestellte sehr einfache Maschine, an welcher fast alle neuern Verbesserungen angebracht sind. Ihr Gestell besteht aus dem Brete ABC, welches mit zwo eisernen Klammern an den Tisch geschraubt werden kan. Auf diesem Brete stehen

zwo starke hölzerne Säulen AH und LK, die den Cylinder und das Rad tragen. Aus der messingenen Haube, worein der eine Hals des Cylinders FF gefaßt ist, geht eine stählerne Spindel durch die Säule KL hindurch, und trägt jenseits dieser Säule einen Würtel. Auf der Peripherie dieses Würtels sind 3 bis 4 Einschnitte, um der veränderlichen Länge der Schnur nachgeben zu können, welche um den Würtel und den Einschnitt des Rades D gezogen wird. In der andern Haube des Cylinders ist ein kleines Loch, in welches das conische Ende einer starken Schraube geht, die durch die Säule H durchgeschraubt ist. Das Rad D wird vermittelst des Handgrifs E um eine starke Axe gedreht, welche in der Säule LK befestiget ist.

Das Reibzeug dieser Maschine besteht aus einem dünnen mit Haar ausgestopften seidnen Kissen, welches an jedem Ende um 2 Zoll kürzer, als der Cylinder, ist, und auf einmal etwa den vierten Theil von dem Umfange desselben berührt. Es ist mit seidnen Schnüren an ein Holz gebunden, das eine zu der Oberfläche des Cylinders passende Gestalt hat. An dem obern Ende des Kissens befindet sich nach dem Vorschlage des D. Nooth (Philos. Trans. Vol. LXIII. no. 35.) ein Stück Wachstaffet, das fast den ganzen obern Theil des Cylinders bedeckt; an das untere Ende des Holzes, woran das Kissen gebunden ist, wird ein Stück Leder befestiget, welches über das Kissen gebogen wird, daß es zwischen dasselbe und den Cylinder kömmt. In dieses Leder, das von dem untern Ende des Kissens bis fast an das obere reicht, wird das elektrische Amalgama (s. Amalgama, elektrisches) eingerieben (doch hat man seitdem für besser gefunden, das Amalgama mit ein wenig Schweinenschmalz auf ein Leder zu tragen, und die Kugel oder den Cylinder gut damit durchzureiben, auf das Kissen aber gar nichts zu streichen). Das Kissen wird von zwo Federn gehalten, die hinten an dasselbe angeschraubt sind. Diese Federn kommen aus der hölzernen Haube einer starken gläsernen Säule hervor, die auf dem untern Brete steht. Diese Säule muß, um recht vollkommen zu isoliren, mit Firniß, oder noch besser mit Siegellak überzogen

werden, weil sich sonst zu viel Feuchtigkeit daran legt. Sie hat einen hölzernen Fuß, der sich in einem Falze im Fußbrete verschieben, und durch eine Schraube feststellen läßt, damit man das Kissen nach Gefallen stärker oder weniger an den Cylinder andrücken könne. So ist das Kissen isolirt; will man aber die Isolirung aufheben, so hängt man an das Leder desselben eine Kette mit einem Häkchen an, und läßt dieselbe auf den Boden herabfallen.

Der erste Leiter ist von Messingblech, und ruht auf zwoen mit Siegellak überzognen Glassäulen, die mit messingnen Füßen in ein Fußbret befestigt sind. Er saugt die Elektricität durch die Spitzen des Kammes oder Collectors L ein, welche etwa einen halben Zoll von der Oberfläche des Cylinders abgerückt werden.

Wenn der Handgrif des Rades E gedrehet wird (dies muß aber, wenn ein Leder am Kissen ist, welches dadurch angeklemmet werden soll, jederzeit nach der Richtung a, b, c, geschehen), so erhält der erste Leiter + E. Verlangt man aber — E, so wird die Kette vom Kissen abgenommen, und an den ersten Leiter gehangen, welcher nun aus der Erde — E zuführen, und + E ableiten soll. So ist das Kissen isolirt, und erhält beym Umdrehen — E. Verbindet man nun mit demselben einen andern isolirten Leiter, der dem ersten völlig ähnlich ist, so wird auch dieser — E erhalten.

Unter allen englischen Künstlern hat sich keiner so verdient um die Verbesserung der Maschinen mit Glascylindern gemacht, als **Nairne**, von welchem auch eigentlich die von Cavallo beschriebene Einrichtung herrührt. Diejenige Maschine, welche er (Phil. Trans. 1773.) für den Großherzog von Toscana verfertiget hat, ist der von Cavallo beschriebenen im Wesentlichen ganz gleich; nur besteht ihr Leiter nicht aus Messingblech, sondern aus einem mit Zinnfolie überlegten hölzernen Cylinder, der auch gegen den Glascylinder zu nicht einen Kamm mit mehreren Spitzen, sondern nur eine einzige Spitze hat.

**Adams** (Versuch über die Elektr. S. 14 u. f.) beschreibt zwo Maschinen, die beyde mit einander überein-

kommen, nur daß die eine mit einer bloßen Kurbel, die andere vermittelst eines Rades bewegt wird. Sie sind sonst beyde völlig, wie Cavallo's Maschine. Nur am Kissen fehlt das Leder, worauf sonst das Amalgama gestrichen ward; dafür geht ein Stück Wachstaffet oder Seidenzeug vom untern Rande des Kissens aus, und über den Cylinder so weit hinweg, daß es fast an den Collector oder an die einsaugenden Spitzen des ersten Leiters anstößt. Der erste Leiter steht nur auf einem Glasfuße (zween Füße aber halten ihn fester), der Leiter zum —E ist an einem hölzernen Arme auf der Glassäule, die das Kissen trägt, fest, und die ganze Maschine hat ihr Fußbret auf dem Boden des Zimmers, statt daß jene auf den Tisch geschraubt wird. Die Erfindung, zum —E einen besondern am Kissen befestigten Leiter zu gebrauchen, ist von Nairne. Dieser Künstler hat neuerlich sehr große Glascylinder gebraucht, und damit beträchtliche Wirkungen hervorgebracht. Der größte seiner Cylinder hatte achtzehn Zoll im Durchmesser.

Zu den Glaskugeln oder Cylindern solcher Maschinen wählen die Engländer gewöhnlich das beste Flintglas. Die Kugeln werden von 9—12 Zoll im Durchmesser genommen; man giebt ihnen einen Hals, der mit einem Kütt von 2 Theilen Pech, 2 Theilen Wachs, und 1 Theil gepülvertem rothen Ocker in eine messingene Haube oder Büchse geküttet wird. Die Cylinder bekommen zween Hälse, werden mit vielem Vortheil ohne eine Axe gebraucht, und ihre Größe geht von 4 Zoll Durchmesser und 8 Zoll Länge bis 12 Zoll Durchmesser und 2 Schuh Länge. Man gießt die innere Seite der Kugeln und Cylinder mit Pech oder Terpentin aus; ein solcher Ueberzug verbessert wenigstens schlechte Gläser, wenn er gleich gute nicht beträchtlich verstärkt. Die beste Composition dazu besteht aus 4 Theilen venetianischem Terpentin, 1 Theile Wachs und 1 Theile Pech, welches 2 Stunden lang über einem gelinden Feuer gekocht und umgerührt wird. Man läßt dann die Masse erhärten, wirft ein abgebrochnes Stück davon in das Glas, und dreht es langsam und vorsichtig

am Feuer um, daß der Kütt zergeht, und sich ringsum in der Dicke eines Sechspfennigers anlegt.

Zum **Mechanismus** der Umdrehung ist wohl ein Rad mit einer Schnure ohne Ende am bequemsten. Weil die Feuchtigkeit die Schnur verkürzt, und die Trockne sie schlapp macht, so muß man entweder das Rad in verschiedene Entfernungen vom Würtel des Glases bringen können, oder man muß dem Würtel mehrere Einschnitte von verschiednen Durchmessern geben. Eine bloße Kurbel giebt schwerlich die nöthige Geschwindigkeit, wobey man 6 Umläufe in einer Secunde fordert. Zahn und Getriebe, oder die Schraube ohne Ende anzubringen, ist schon kostbarer und erfordert Genauigkeit in der Ausarbeitung.

Das **Reibzeug** war im Anfang die angelegte Hand eines Menschen, bis **Winkler** seine Maschine mit Kissen versah. Diese machte man anfänglich von Leder, und stopfte sie mit Haaren. D. **Nooth** (Phil. Trans. Vol. LXIII. no. 35.) hat dafür seidne Kissen, und die Bedeckung der Cylinder mit Wachstaffet eingeführt, um die Zerstreuung der Elektricität zu verhüten. Nemlich an dem Orte, wo der herumgedrehte Cylinder das Kissen verläßt, strömt die Elektricität in desto größerer Menge aus, je vollkommner die Berührung ist, und je schneller sie aufgehoben wird. Alle leitende Körper müssen daher von der Nachbarschaft dieses Orts sorgfältig entfernt werden. Dazu dient der Wachstaffet, der als ein Nichtleiter die ausströmende Elektricität zusammenhält. Das Amalgama, das sich an den Cylinder anlegt, faßt nun die Elektricität auf, und leitet sie den einsaugenden Spitzen am ersten Leiter zu. Sonst ist das Kissen so einzurichten, daß die Seite am Glase leitend ist, welches durch das Amalgama bewirkt wird, der übrige Theil aber so viel möglich, nichtleitend wird, damit er nichts von der erregten Elektricität fortführe. Auch müssen alle Ecken und scharfe Kanten daran vermieden werden, es muß durch Federn an das Glas angedrückt, und isolirt seyn, weil man sonst die Maschine nicht zur Erregung von —E gebrauchen kan.

Der **erste Leiter** ist ein isolirter leitender Körper, der an einem Ende die Elektricität des Glases mit einer Spitze, oder mit einem **Zuleiter** (Collector) von mehrern Spitzen einsaugt. Sonst brauchte man statt des Zuleiters eine Quaste von Goldfäden; aber wenigere Spitzen thun weit bessere Wirkung. Ehedem hieng man den ersten Leiter in seidnen Schnüren auf; er steht aber auf Glasfüßen weit fester und sicherer. Soll er eine mäßige Größe haben, so macht man ihn von Messingblech; sehr große Leiter aber lieber von Holz oder Pappe mit Zinnfolie überzogen. Er muß vollkommen frey von Spitzen und Schärfen seyn; auch die in ihn gebohrten Löcher müssen wohl gerundet und abgeglättet werden. Der von der Maschine abgekehrte Theil, an welchem sich die elektrischen Erscheinungen am stärksten zeigen, wird etwas größer gemacht. Je länger der erste Leiter ist, und je mehr er Fläche hat, desto stärker sind die aus ihm gezognen Funken.

Man tadelt an den bisher beschriebnen Maschinen theils ihre unbequeme Größe, theils die Gefahr, in welche sie beym Zerspringen der Glaskugeln und Cylinder versetzen. **Nollet** sucht die Ursache dieses Zerspringens in einem von der Elektricität herrührenden Zittern der Glastheile, **Cavallo** darinn, daß sie auf der Glashütte zu plötzlich abgekühlt worden sind. Bisweilen kan auch wohl die Erwärmung der darinn eingeschloßnen Luft das Zerspringen verursachen; daher es rathsam ist, in der Haube eine kleine Oefnung zu machen. Die Stücken werden bey diesem Zerspringen mit Gewalt und auf beträchtliche Weiten herumgeworfen.

## Glasscheibenmaschinen.

Um das Jahr 1766 wurden die Maschinen mit runden Glasscheiben bekannt, welche **Ramsden** in London mit vielem Beyfalle verfertigte. Dieser englische Künstler gab sich für den Erfinder derselben aus, wofür ihn auch **Priestley** in der ersten Ausgabe seiner Geschichte der Elektricität erklärt, in der zweyten aber den D. **Ingenhouß** als Erfinder genannt hat.

Sigaud de la Fond (Précis des phénom. électr. P. I. Sect. 1. Cap. 2.) erzählt, daß er schon 1756 eine Scheibe von Krystallglas, an einer Axe gedreht, mit Vortheil als Elektrisirmaschine gebraucht, als sie ihm aber durch den allzustarken und ungleichen Druck des Kissens zersprungen sey, diesen Gedanken wieder aufgegeben habe. Nach einer Nachricht in der Allgem. deutschen Bibliothek (Anhang zum 13—24 Bande, 1ste Abth. S. 549.) ist der eigentliche Erfinder dieser Maschinen Planta, Stifter und ehemaliger Director des Haldensteinischen Seminariums, der sich derselben um das Jahr 1760 bedient hat.

D. Ingenhouß (Vermischte Schriften, herausgegeben von Molitor, 2te Aufl. Wien 1784. gr. 8. I. B. S. 172. u. f.) sagt, daß er seit dem Jahre 1764 angefangen habe, sich der Glasscheiben zu bedienen, weil er von der Reibung derselben auf beyden Seiten sich viel versprochen. Er habe eine noch sehr unvollkommne Probe davon dem D. Franklin und andern Freunden in London gezeigt, worauf sie bald von Ramsden und andern Künstlern nachgemacht worden.

Diese Maschine besteht aus einer kreisrunden Glasscheibe, welche in verticaler Stellung mit einer Kurbel gedreht wird, die an einer eisernen, mitten durch die Glasscheibe hindurchgehenden Axe befestiget ist. Die Scheibe wird an vier ovalen Kissen gerieben, die ohngefähr 2 Zoll breit sind, und deren zwey an jeder Seite der Scheibe, an den beyden Enden ihres verticalen Durchmessers stehen.

Das Gestell besteht aus einem Brete, das man mit einer eisernen Klammer an den Tisch befestigen kan. Auf diesem Brete stehen zwo Säulen, die mit einander parallel laufen und oben verbunden sind. Diese tragen in ihrer Mitte die Axe der Glastafel, und an sie sind auch die Kissen befestiget. Der Leiter ist eine hohle Röhre von Messing, an deren Ende sich zwo Arme ausbreiten, welche bis nahe an das Glas reichen, und durch Spitzen am Ende die Elektricität einsammeln. Umständlicher beschreiben diese Maschine Schmidt (Beschreibung einer Elektrisir-

maschine und deren Gebrauch, Jena 1773. 4.) und d'**Inarre** (Von der Elektricität. Erster Theil, Frankf. 1784. 8. S. 23 u. f. Taf. IV.).

Die Wirkungen derselben übersteigen alle Erwartung. Nur war im Anfang die gewöhnliche Klage, daß die metallne Axe sehr viel von der erregten Elektricität annehme und ableite. **Fontana** hatte für das Cabinet des Großherzogs von Toscana eine mit einer doppelten Scheibe von 18 Zoll Durchmesser verfertiget, wo jede Scheibe auf beyden Seiten an zween Orten gerieben ward. Diese elektrisirte so stark, daß der Leiter Funken gegen die Axe schlug, welche durch die Kurbel und den Körper der drehenden Person in den Boden giengen.

**Cuthbertson** in Amsterdam half dem erwähnten Fehler dadurch ab, daß er die kupferne Axe zwischen beyden Glasscheiben mit einem gläsernen Ringe umgab, den er mit Siegellak an die Scheiben anküttete. Die beyden Arme des Leiters führte er zwischen die beyden Scheiben hinein bis nahe an den Glasring, so daß sie alle dazwischen erregte Elektricität aufnehmen mußten. **Cuypers** in Delft setzte die Glasscheiben vorher einige Monate lang einer beträchtlichen Hitze aus, welche das noch unverglasete Laugensalz heraustrieb und sie dadurch weniger empfänglich für die Feuchtigkeit machte. Dadurch erhielt man außerordentlich starke Elektricität bey geringer Größe der Maschine.

Ferner war es bey der ersten Einrichtung nicht leicht möglich, die Kissen zu isoliren, um negative Elektricität zu erhalten. **Le Roy** in einer schon 1772 vorgelesenen Abhandlung (*Rozier* Observ. sur la phys. To. V. Janv. 1775. S. 53.) schlug daher vor, die Kissen an eine Glassäule zu setzen, und zween Leiter anzubringen, wovon einer mit den Kissen verbunden, der andere gegen die Scheibe gerichtet ist. Je nachdem man hier einen oder den andern Leiter mit der Erde verbindet, erhält man + E oder — E. Bleiben beyde isolirt, so hat der eine + E, der andere — E, also hat man beyde E zugleich, freylich in schwächerm Grade, weil itzt alles isolirt ist. Uebrigens hat Herr **Lich**-

tenberg in Gotha sich schon im Jahr 1773 eine sehr vollkommene Scheibenmaschine zur positiven und negativen Elektricität nach seiner eignen Erfindung verfertigen lassen.

**De la Fond** behielt im Wesentlichen die erste Ramsdensche Einrichtung bey, machte nur die Axe sehr dünn, um sie weiter von den Kissen zu entfernen, und bedeckte den Theil von ihr, der zwischen den beyden Säulen lag, mit überfirnißten Belegungen von Holz. Er führt als die stärkste Scheibenmaschine in Frankreich die des **Duc de Chaulnes** an, deren Scheibe 5 Fuß im Durchmesser hat, und bey günstiger Witterung Funken von 22 Zoll Länge giebt. Die seinige, sagte er, habe zwar nur 2 Fuß im Durchmesser, gebe aber doch Funken von 9 Zoll.

Der **Graf von Brilhac** (Observ. sur la phys. par l'Abbé Rozier, May. 1780.) gab eine Maschine mit zwoen Glasscheiben an, welche vermittelst eines großen Rads eben so, wie sonst die Glascylinder, umgetrieben werden. Dadurch geht aber nicht nur der Vortheil der Kleinheit verlohren, sondern es muß auch wegen des Reibens, welches bey den Scheiben weit stärker, als bey den Cylindern, ist, die Umdrehung entweder mit mehr Kraft, oder mit weniger Geschwindigkeit geschehen.

Der Abt **Bertholon** hat in eben dem Jahre eine umgekehrte Scheibenmaschine beschrieben. Anstatt, daß sich sonst die runde Scheibe zwischen vier Reibern bewegt, dreht sich hier ein runder Reiber zwischen vier Glastafeln. Der Vorzug soll in der mindern Zerbrechlichkeit bestehen, bey der die Maschine sicherer versendet werden könne. Hr. **Lichtenberg** aber (Magazin für das Neuste rc. B. I. St. 1. S. 193.) bemerkt, daß sie wegen der vielen Glastafeln schwer gegen den nachtheiligen Einfluß der Witterung zu sichern seyn werde.

Herr **Rohlreif** in St. Petersburg meldet Hrn. Lichtenberg (Magazin, B. I. St. 3. S. 101. f.), er bediene sich einer Scheibenmaschine von Glas zur positiven, und einer von Holz zur negativen Elektricität, deren größter Vorzug in einer schicklichern Einrichtung des Reibzeugs bestehe. Sein Kissen sey von Leinewand, dünn mit Un-

schlitt überstrichen und mit Amalgama überrieben. Es liege ganz flach an dem Glase an, und habe keinen convexen, sondern einen platt aufsitzenden Rand, der bis zur Berührung des Glases mit einem glatten Streifen Seidenzeug beklebt sey; an der Seite des Kissens, wo das Glas beym Umdrehen hervortritt, sey noch außerdem ein breiter Streifen, der wieder zurückgebogen werde, damit keine Zasern davon an das Glas kommen. Wenn die Glasscheiben nur völlig senkrecht zwischen den Kissen liefen, so bedürfe es keiner Druckfedern. Die Welle mache er von Holz. Er versichert, daß diese Einrichtung die beste Wirkung thue.

Franz Magiotto in Venedig (Lichtenberg Magazin, B. II. St. 1. S. 137.) setzt an den Rand eines buxbaumenen Rades von 3 Fuß Durchmesser 8 Glasplatten von ½ Fuß Breite, welche einen Glasring um dasselbe bilden. Sie sind an den Fugen an einander geschliffen und mit Schrauben an das Rad geklemmt; über das äußere Ende der Fugen ist ein Köpfchen geschoben. Das Reibzeug besteht aus Kissen mit Haaren gefüllt und mit Knittergold überzogen. Der Conductor ist an Haarseilen isolirt, und hat zween Arme, deren einer an der einen, der andere an der andern Seite des Glasrings anliegt. Hiebey aber ist der Aufwand nicht gering und die Zerbrechlichkeit groß.

Die ungemein starke Wirkung der Scheibenmaschinen bestätigt D. Ingenhouß (Vermischte Schr. 1784. gr. 8. S. 174.) durch das Beyspiel derjenigen, welche dem k. k. Appellationsrathe von Kienmayer zugehört. Sie besteht aus einem Spiegelglase von 2 wiener Schuh Durchmesser aus der Fahrafelder Spiegelfabrik, und steht auf vier Glassäulen so, daß auch die Kissen isolirt sind, und — E erhalten werden kan. Die Kissen sind von Holz, mit Leder und Flanell überzogen, und werden durch Federn angedrückt. Von ihnen gehen zween Streifen von Wachstaffet fast bis an den Leiter, der mit den Armen 3 Schuh lang ist und 4 Zoll im Durchmesser hat. Auf den ersten Umlauf der Scheibe, die mit einer einfachen Kurbel ge-

dreht wird, schlagen Feuerströme von einem Kissen auf das andere, die im Dunkeln, wenn der Leiter entfernt wird, das ganze Zimmer erleuchten. Aus dem Leiter zieht man 7—9 Zoll lange Funken, die, wie der Blitz, schlängelnd durch die Luft brechen.

Die größte Maschine dieser Art ist die von Cuthbertson verfertigte im Teylerischen Museum zu Haarlem (Beschryving eener ongemeen groote Elektrizeermachine, geplaatst in Teyler's Museum to Haarlem, door *Martin. van Marum*, Haarlem, 1785. gr. 4.), deren Absicht ist, die elektrischen Versuche ganz ins Große zu treiben. Sie hat zwo Glasscheiben, jede von 65 engl. Zoll Durchmesser, die aus Frankreich gekommen sind. Sie stehen 7½ Zoll weit von einander, und werden an 8 Kissen, jedes 15½ Zoll lang, gerieben. Die Axe und um sie ein Kreis von 33 Zoll Durchmesser ist mit einer harzigen Mischung bedeckt. Zwey Personen, bey langer Dauer vier, drehen sie um. Die Axe liegt auf Glassäulen, auch steht das ganze Gestell auf Glasfüßen. In gerader Linie mit der Axe, 68 Zoll weit von den Scheiben, steht eine gläserne 57 Zoll hohe Säule, die einen kupfernen 22 Zoll langen Cylinder, mit kupfernen Kugeln von 9 Zoll Durchm. am Ende, trägt. Am Ende von der Maschine abwärts hat dieser Cylinder eine Röhre mit einer Kugel von 4 Zoll Durchm., am andern Ende zween rechtwinklicht angesetzte Arme 9 Zoll lang, am Ende mit Kugeln von 6 Zoll. Auf jeder Seite der Maschine steht auch noch eine 57 Zoll hohe Glassäule mit einem solchen Cylinder. Aus jedem geht ein rechtwinklichter Arm 14 Zoll lang hervor. Beyde Arme kommen zwischen die Scheiben, und haben an jeder Seite vier Spitzen zum Einsaugen. Diese drey Hauptstücken des Leiters sind noch durch 2 kupferne Cylinder verbunden. Dieser ganze Leiter hat 23½ Quadratfuß Oberfläche.

Die Funken gehen aus den 4zolligen Kugeln gegen einen andern auffangenden Leiter, der 22 Zoll lang ist, 8 Zoll im Durchmesser hat, und sich in 12zollige Kugeln endet. Dieser steht auf einer Glassäule, kan aber zur Ableitung der Elektricität durch einen Kupferdrath mit den

Regenröhren des Gebäudes verbunden werden. Eben damit sind auch die Kissen verbunden, und man kan, da alles isolirt steht, nach Gefallen + E. und — E. erhalten.

Bey trockner Witterung schlägt der Leiter gegen den auffangenden 24 Zoll lange Funken von der Dicke eines Federkiels 300 mal in einer Minute, die sich schlängeln und aus den Krümmungen 6—8 Zoll lange Stralen schiessen lassen. Ueber die Fläche eines schlechten Leiters geführt, wird der Funken 6 Fuß lang. Gegen äußerst scharfe stählerne Spitzen entstehen noch Funken von $\frac{1}{2}$ Zoll. Die Lichtbüschel am Ende des ersten Leiters verbreiten sich ringsum auf 16 Zoll. Ein isolirter 207 Fuß langer Drath am Leiter ward in seiner ganzen Länge bey jedem Funken erleuchtet, und schoß überall Lichtbüschel von 1 Zoll aus. Schießpulver, Zunder, Schwamm, Terpentin- und Olivenöl wurden entzündet, und Streifen Goldblättchen, $1\frac{1}{2}$ Lin. breit und 20 Zoll lang, geschmolzen. Ein 6 Fuß langer leinener Faden, 38 Fuß weit vom Conductor, ward unten 6 Zoll weit von der senkrechten Lage abgezogen. Die Luft ward so stark elektrisirt, daß die Kugeln an Cavallo's Elektrometer, 40 Fuß weit von der Maschine, schon um $\frac{1}{2}$ Zoll aus einander giengen. Solche Wirkungen hat noch keine der bisherigen Maschinen hervorgebracht, und es sind mit dieser schon wichtige Versuche über den Einfluß der Elektricität auf den Blutumlauf, über die Wirkung der Funken auf die magnetischen Erscheinungen, auf die Glasarten, Schmelzung der Metalle, Reduction der Kalche u. s. w. angestellt worden.

## Scheibenmaschinen von andern Materien.

Da das gedörrte oder im Ofen gebackne Holz ein guter Nicht-leiter ist, so hat man es nicht nur schon längst zum Isoliren gebraucht, sondern es hat auch Herr Professor Pickel in Würzburg (Exper. physico-med. de electricitate. Wirceb. 1778. 8.) Breter von gedörrtem Holze zum elektrischen Körper einer Maschine vorgeschlagen, und selbst glücklichen Gebrauch davon gemacht. Hr. Kohlreif

in Petersburg (man s. Lichtenberg Magaz. B. I. St. 3. S. 103.) bringt an seine Scheibenmaschine hölzerne Scheiben an, wenn er — E dadurch erhalten will. Sie werden aus solchem Holze, das wenig Harz hat, verfertiget, und mit vielen kleinen Löchern in der Absicht durchbohret, damit die von den hintern Reibern erweckte Elektricität gleichfalls zu den Spitzen des Conductors komme; welches sonst nicht geschieht, weil das Holz die Elektricität nicht so leicht über seine Oberfläche gehen läßt, als das Glas. Die Scheibe wird dann geglättet und bey öfterer Umkehrung über einem Kohlfeuer stark geröstet, aber nicht gebrannt. Die schicklichsten Reiber hiezu sind kurzhaariges Rauchwerk, z. B. gut gegerbte Maulwurfs - oder Katzenfelle. Die seidne Einfassung, die Hr. Kohlreif den Kissen zum + E giebt, und den Streif von Seidenzeuge, findet er hier überflüßig. Das Krümmen der Scheiben beym Rösten vermeidet man selten: man muß sie aber gleich nach dem Rösten zwischen weiches Papier legen, und mit einem Gewichte beschweren. Sie sind auch biegsam, und bequemen sich beym Umdrehen nach dem Kissen.

Weil die Glasscheiben viel Feuchtigkeit aus der Luft annehmen, so verfiel van Marum (Abhandl. über das Elektrisiren, aus dem Holländ. übers. v. Möller, Gotha 1777. 8.) auf den Gebrauch einer Scheibe von Gummilack, deren unterer Theil in ein Gefäß mit Quecksilber reichte, und sich also beym Umdrehen am Quecksilber rieb. Da aber die Verfertigung von dergleichen Scheiben beschwerlich, und die Geräthschaft kostbar ist, so hat dieser Vorschlag nicht den erwarteten Beyfall gefunden.

D. Jngenhouß selbst versuchte schon 1772 den Glasscheiben, welche doch, wenn sie groß verlangt werden, kostbar und zerbrechlich sind, runde mit Copal- oder Bernsteinfirniß getränkte Pappendeckel unterzuschieben (s. dessen vermischte Schriften, v. Molitor, Wien 1784. gr. 8. S. 181. f.). Er drehte drey solche Pappendeckel an einem Gestell, in welchem sie sich an zwischenliegenden mit Flanell und einem Hasenbalge überzognen Bretern rieben. Er erhielt dadurch eine starke Elektricität, mit 5 Zoll langen

Funken, die sich sehr geschwind folgten. Aber in einem kalten Zimmer zog die Pappe die Feuchtigkeit an, und verlohr alle Kraft.

## Cylinder-Maschinen von andern Materien.

Eine der wohlfeilsten Maschinen, und die dennoch die gewöhnlichen an Stärke weit übertrift, weil man sie durch Erwärmung so leicht gegen die schädlichen Wirkungen der Feuchtigkeit schützen kan, ist die von Herrn Legationsrath Lichtenberg (Magazin für das Neuste rc. B. I. St. 1. S. 83.) im Jahre 1781 angegebne, welche Taf. VII. Fig. 115. 116. 117. vorgestellt wird. Seine Beschreibung davon ist folgende.

„Das vorzüglichste Stück an dieser Maschine, wodurch sie sich auch allein von andern unterscheidet, ist die „mit schwarzem glatten wollenen Zeuge überspannte „Trommel aaaa Fig. 115., deren Gerippe Fig. 116. vorgestellt ist (Man kan sie auch mit Seidenzeug, Glanzleinwand oder Papier überspannen. Zeug und Leinwand „werden blos mit Stiften befestiget, um sie im Nothfall „von neuem zu spannen). Die an beyden Enden des Gerippes befindlichen hölzernen Scheiben m m sind an den „innern Seiten mit Streben versehen, damit sie sich nicht „einwärts beugen und der Spannung des Zeugs nachtheilig werden können.

„Die beyden Axen der Trommel bb, Fig. 115. gehen, wenn das Gestell aus einander genommen werden „kan, durch dessen Seiten durch. Ist das Gestell fest zusammengefügt, so kan sich die Trommel auch hinter vorgeschraubten eisernen Platten bewegen.

„Der Reiber dd, Fig. 115. ist ein mit langhaarigem „Katzenfelle überzognes Kissen, das an eine starke Glasröhre, oder in deren Ermanglung an einen Stab von gebacknem und mit Firniß überzognem Holz befestiget ist. „Die Röhre oder der Stab geht durch den obern Theil des „Gestells durch, wo eine Schraube f befindlich ist, sie in „der gehörigen Stellung festzuhalten. Von dem Kissen

„geht mitten durch die Röhre oder den Stab ein starker me-
„tallner Drath bis zu der oben befindlichen metallenen Ku-
„gel g. Diese Zurichtung dient dazu, das Kissen zu iso-
„liren, um dadurch die entgegengesetzte Elektricität zu er-
„langen.

„An der vordern Seite des Kissens gegen den Zulei-
„ter hin ist ein Streif Wachstaffet h befestigt, der über
„einen Theil der Trommel hinreicht, um das Ausströmen
„der elektrischen Materie nach den entgegengesetzt elektri-
„schen Theilen der Trommel zu verhindern.

„In einiger Entfernung unter der Trommel ist auf
„dem Gestell ein Bret befestiget, auf welches ein Kohlen-
„becken i gestellt werden kan, um der Trommel im Som-
„mer die nöthige Wärme und Trockenheit zu geben (Man
„kan die Kohlen mit Asche bedecken, oder ein Blech dar-
„über legen, damit die Hitze die Trommel nicht beschädige).
„Im Winter fällt dieser Zusatz weg, weil zur stärksten
„Wirkung schon hinreichend ist, die Maschine in die Nähe
„eines Ofens oder Camins zu bringen.

„Die Kette k am Halse der Kugel dient sowohl die
„elektrische Materie abzuleiten, da das Kissen isolirt ist,
„oder wenn sie mit einem isolirten Körper verbunden wird,
„die entgegengesetzte Elektricität zu erhalten.

„Der metallne Conductor, Fig. 117. ist mit dem
„Zuleiter o verbunden, und steht auf einer starken Glas-
„röhre p. Die Kette l ist nöthig, die Elektricität weiter
„zu führen, oder wenn ein Conductor mit dem Kissen ver-
„bunden ist, die Materie zuzuleiten."

Herr Donndorf (Lehre v. d. Elektr. Th. I. S. 26.) beschreibt diese Maschine unter dem Namen des Lichtenbergischen Luftelektrophors (der ihr gar nicht schicklich zukömmt) in einer etwas veränderten Gestalt, die ihr Herr Stegmann in Cassel (jetzt in Marburg) gegeben hat. Sie ist dadurch nur vertheuert, ohne mehr zu leisten. Hr. Stegmann verfertigt sie für 20 Thaler, da man sie in ihrer ursprünglichen schönen Simplicität für 7 bis 9 Thaler haben kan.

Walkiers de St. Amand (s. Lichtenberg Magaz. B. III. St. 1. S. 118.) aus Brüssel hat kürzlich eine neue zu dieser Classe gehörige Elektrisirmaschine angegeben. Sie besteht aus zween hölzernen Cylindern von 2 Fuß Durchmesser und 6 Fuß Länge, die in zween 7—8 Fuß von einander entfernten Gestellen mit Kurbeln von 8—10 Zoll umgetrieben werden. Ueber die beyden Cylinder selbst ist ein gefirnißter Taffet, der an beyden Enden zusammengenähet ist, gezogen und mäßig gespannt, so daß die Maschine bald wie ein Seidenweberstuhl oder wie eine horizontal gelegte Garnwinde aussieht. Wenn man die Cylinder mit den Kurbeln dreht, so wird der Taffet mit gedreht, und bewegt sich nach und nach über alle Punkte der Cylinder. Die Breite des Taffets ist 5 Fuß. Das Reibzeug besteht aus 7 Fuß langen und 2 Zoll im Durchmesser haltenden Cylindern, die mit Katzenbalg überzogen sind. Sie werden durch Schrauben an den Taffet gedrückt, und berühren ihn immer nur in einer Linie. Mitten durch den leeren Zwischenraum zwischen beyden Taffetflächen geht der Conductor, der 6—7 Zoll im Durchmesser hat, über die Ränder des Taffets an beyden Seiten beträchtlich hervorgehet, und in seidnen Schnuren vom Gestell herabhängt. An den Stellen zwischen den Taffetflächen hat er Stacheln. So wird die erregte Elektricität nicht von benachbarten fremden Körpern geraubt, sondern geht fast ganz in den Conductor. Die Arbeiter, welche drehen, stehen auf dem Gestell, und geben ihm durch das Gewicht ihres Körpers einen festern Stand.

Obgleich die Seide schon seit Grays Zeiten als ein sehr guter elektrischer Körper bekannt ist, so hat sie doch noch Niemand so im Großen zum Elektrisiren benützt. Die Commissarien der pariser Akademie, welche diese Maschine prüften, wagten es nicht, die simpeln Funken derselben mit der Hand zu ziehen. Mit einer großen Kugel erhielten sie Funken von 17 Zoll und drüber. Eine große leidner Flasche ward gleich in den ersten Augenblicken von der Gewalt der Elektricität zerschmettert.

## Ingenhouß kleine Elektrisirmaschinen.

Zum bequemen Gebrauche im Kleinen hat Herr Ingenhouß (Verm. Schriften, 1784. Th. I. S. 145 u. f.) eine von ihm im Jahre 1780 erfundene Maschine beschrieben, die wenig Beschädigungen ausgesetzt ist, und an der Wand aufgehangen werden kan. Sie besteht aus einem starken 8—9 Zoll breiten und 2 ½—3 Schuh langen Stück Seidenzeug, welches überfirnißt oder mit einer in Weingeist gemachten Siegellakauflösung überzogen ist, und zwischen einer doppelten Kupferplatte, mit Hirschhaut oder Katzenbalg überzogen, gerieben wird. Diese Kupferplatte ist durch Glasstangen mit zween messingenen Stäben verbunden, welche einen Spalt zwischen sich lassen, durch den das Seidenzeug gleich nach der Reibung durchgeht, daher diese Stangen die Elektricität annehmen, und die Dienste eines ersten Leiters thun. Zur Anspannung befinden sich am obern und untern Ende des Seidenzeugs Leisten mit hölzernen Kugeln, durch die seidne Bänder gezogen werden, woran man das ganze oben an einen Nagel hängen, und unten mit der Hand spannen kan. Mit der andern Hand wird eine cylindrisch gestaltete leidner Flasche so angesetzt, daß ihre äußere Belegung die reibenden Platten, und ihre obere mit der innern Seite verbundne Haube die zum Leiter dienenden Stangen, vermittelst angebrachter Stifte, festhält. Mit dieser Flasche fährt man nun auf und ab, und nimmt zugleich das Reibzeug und den Leiter mit sich. Dadurch wird die Elektricität erregt, und zugleich die Flasche geladen, die der Erfinder übrigens so eingerichtet hat, daß man in ihr alles zum Lichtanzünden nöthige aufbewahren kan.

Zugleich beschreibt D. Ingenhouß (ebend. S. 164.) eine elektrische Taschenmaschine. Es ist eine 6 Zoll lange und 3 Lin. breite an einem Ende verschloßne und von innen und außen mit Zinnblatt belegte Glasröhre, an deren ofne Mündung mit Siegellak eine messingene Kugel befestiget wird, die mit der innern Belegung verbunden ist. An der Mündung wird von außen ein halber Zoll unbelegt gelas-

sen, und mit Siegellak überzogen. Man hält diese kleine Verstärkungsflasche zwischen den Fingern, und reibt zugleich zwischen dem Daumen und Zeigefinger, über die man ledorne mit Katzenbalg überzogne Handschuhfinger zieht, ein seidnes mit Siegellakauflösung eingetränktes Band, an welches die messingne Kugel angedrückt wird, so ist in wenig Augenblicken die belegte Röhre stark geladen.

**Priestley** Gesch. der Elektricität, durch **Krünitz**, S. 346. u. f.

**Kühn** Geschichte der medizinischen und physik. Elektricität, Leipzig 1783. 8. I Abschn. Cap. 2.

**d'Inarre** von der Elektrizität (oder: Anfangsgründe der Naturlehre, erster Theil) Frf. am Mayn 1784. 8. §. 4.

**Donndorf**, Lehre von der Elektricität, Erfurt. 1784. II Bände. gr. 8. I Band, Cap. 2. S. 26—47.

**Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, Th. III. Cap. 2.

**Adams** Versuch über die Elektr. S. 14. u. f.

**Johann Ingenhouß** vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts, übers. von **Molitor** 2te Aufl. Wien 1784. II. B. gr. 8 Erster Band, Num. III. IV. V.

**Lichtenberg** Magazin für das Neuste aus der Physik und Naturgeschichte, an mehrern Stellen.

**Elektrisirung, das Elektrisiren**, Electrisatio, Electricitatis excitatio et communicatio, *Electrisation*. Versetzung eines Körpers in den Zustand, in welchem er elektrische Erscheinungen zeigt.

Das Elektrisiren eines Körpers geschieht entweder durch **Erregung** der ursprünglichen, oder durch **Vertheilung** der natürlichen, oder durch **Mittheilung** der erregten Elektricität.

Durch Erregung elektrisirt man die Körper, wenn man sie an einander **reibt**, einige, wenn man sie **schmelzt**, andere, wenn man sie **erwärmt**, **s. Elektricität**, unter dem Abschnitte: Erregung der ursprünglichen Elektricität. Dieses Mittel wird gewöhnlich bey den sogenannten elektrischen Körpern oder Nicht-leitern angewendet.

Durch Vertheilung wird ein Leiter elektrisirt, wenn man ihn isolirt und in den Wirkungskreis eines andern

elektrisirten Körpers bringt. Dadurch wird an dem abgekehrten Ende desselben ein Theil seiner natürlichen Elektricität frey und sensibel. Entfernt man ihn wieder aus diesem Wirkungskreise, ohne ihn berührt zu haben, so verschwindet diese Elektricität wieder, weil sie aufs neue gebunden wird. Berührt man ihn aber, indem er noch im Wirkungskreise ist, mit einem andern Leiter von hinlänglicher Größe, und entzieht ihm dadurch seine freye Elektricität, so wird er, wenn man ihn nun entfernt, die entgegengesetzte Elektricität von derjenigen zeigen, welche dem Körper, in dessen Wirkungskreise er war, zukömmt, s. **Elektricität**, unter dem Abschnitte: Elektrische Wirkungskreise und Vertheilung rc.

Durch Mittheilung werden isolirte Leiter elektrisirt, wenn sie mit andern elektrisirten Körpern in Berührung gebracht, oder ihnen auch nur bis auf eine gewisse Weite genähert werden. Diese Weite ist größer, wenn die Körper spitzig sind; dann theilt sich auch die Elektricität durch ein anhaltendes Ueberströmen mit. Sind die Körper abgestumpft oder rund, so geschieht die Mittheilung durch einen Funken. Bey vollkommner Berührung zweener Leiter erfolgt die Mittheilung ganz still und unbemerkt; berühren sich aber ein elektrischer Körper und ein Leiter mit platten Flächen, so theilt der elektrische Körper seine Elektricität schwer oder gar nicht mit. Durch die Mittheilung erhält ein Körper eben diejenige Elektricität, die der andere verliert, s. **Elektricität**, unter dem Abschnitte: Mitgetheilte Elektricität.

**Elektrometer, Elektricitätsmesser,** Electrometrum, *Electrometre*. Eine Veranstaltung, um die Starke und Beschaffenheit der Elektricität eines Körpers zu bestimmen, oder die elektrischen Erscheinungen in einem verlangten Grade der Stärke hervorzubringen.

**Gray** bemerkte zuerst, daß Fäden, die an einer elektrisirten Stange hiengen, sich zurückstießen und von einander flohen. **Du Fay** fand eben dies, und zwar bey leinenen oder Zwirnfäden am stärksten. Der Letztere benützte

seit dem Jahre 1733 dieses sehr einfache Mittel, zween Fäden, oder nur einen doppelt gespaltnen frey von einer Stange herabhängen zu lassen, um daraus leicht zu erkennen, wie bald die Stange elektrisirt werde, und wie bald sie diese Elektricität wieder verliere. Der Abt Nollet, der bey diesen Versuchen zugegen war, sahe wohl ein, daß man von dieser Entfernung der Fäden mehr Vortheil ziehen, und aus der Größe ihres Winkels oder ihrer Divergenz auf den Grad der Elektricität schließen könne. Weil man aber keinen fremden Körper an diese Fäden bringen durfte, so schlug er (Mém. de Paris 1757.) vor, den Winkel derselben durch ihren auf einem Brete aufgefangenen Schatten mit einem Gradbogen zu messen.

Waitz (Abhdl. v. der Elektr. und deren Ursachen, Berlin 1745. 4.) schlug vor, an die Enden der Fäden kleine Metallplättchen oder Gewichte zu hängen. Er nahm dazu seidne Fäden, und die Gewichtchen giengen aus einander, wenn er einen geriebnen Glascylinder in ihre Nähe brachte. Er machte sich Hofnung, dadurch die zurückstossende Kraft mit der Schwere vergleichen zu können.

Ellicott (Philos. Transact. Vol. XLV. no. 486.). schlug eine Wage vor, wo das Gewicht in einer Schale zeigt, wie stark ein elektrisirter Leiter die darüber gehaltne andere Schale anziehe. Auf ähnlichen Gründen beruht auch ein Vorschlag von Gralath (Versuche und Abhdl. der naturforsch. Gesellsch. in Danzig, Th. I. 1747. no. 6.)

Canton (Phil. Trans. Vol. XLVIII. P. I. no. 53.) richtete 1753 die von du Fay gebrauchten Fäden zu dem noch jetzt so gewöhnlichen sehr brauchbaren Korkkugelelektrometer ein. Er ließ aus Kork oder Holundermark zwo kleine Kugeln von der Größe einer Erbse sauber abdrehen, und hieng sie an feine Zwirnfäden. Er schloß sie gewöhnlich in ein buxbaumenes Futteral oder Kästchen ein, damit man sie bey sich tragen konnte. Es darf auch nur ein Faden seyn, der in der Mitte umgebogen wird, wie Taf. VII. Fig 118. Dieses höchst einfache Elektrometer ist von großem Nutzen, sowohl zu Entdeckung schwacher

Elektricitäten, als auch zur Beobachtung der positiven und negativen Beschaffenheit einer Elektricität, s. Elektricität, unter dem Abschnitte: Entgegengesetzte Elektricitäten.

Henly's 1772 erfundenes Quadranten-elektrometer beschreibt Priestley (Philos. Trans. Vol. LXII. no. 26.). Man s. Taf. VII. Fig. 119. Es steht auf einem kleinen Gestelle, von dem es nach Gefallen abgenommen, und an den ersten Leiter rc. befestiget werden kan. Es bestehet aus einer senkrecht stehenden Säule, die oben kugelförmig abgerundet ist, und unten ein Messingblech hat, welches man auf den ersten Leiter, oder auf den dazu gehörigen Fuß aufsetzt. Oben am Stiele ist ein getheilter elfenbeinerner Halbcirkel befestiget, in dessen Mitte der Zeiger an einer feinen Axe von Messing steckt. Der Zeiger selbst ist ein sehr dünnes Stäbchen, das vom Mittelpunkte bis an das Messingblech reicht, und trägt unten ein fein abgedrehtes Korkkügelchen. Das beste Holz zur Säule und zum Zeiger ist Buxbaum. Beyde müssen wohl abgerundet und glatt seyn. Beym Elektrisiren steigt der Zeiger, und giebt auf dem Halbcirkel Grade an, woraus sich auf die Stärke der Elektricität schließen läßt.

Langenbucher (Beschreibung einer beträchtlich verbesserten Elektrisirmaschine, 8. S. 44.) stellt zwo 6 Zoll lange Glassäulen 3 Zoll weit von einander. Auf der einen steht ein 5 Zoll hohes und 1 Zoll breites messingnes Plättchen, an dessen unteres Ende ein krummgebogner Drath mit einer Kugel eingeschraubt ist. Am obern Ende hängt ein buxbaumener Zeiger, aber ohne Korkkugel, herab. Auf der andern Glassäule steht ein getheilter Halbcirkel von Elfenbein oder gedürrtem Holz, dessen Mittelpunkt in den Anhängepunkt des Zeigers fällt. Alles bis auf die Messingplatte, den Zeiger und den Halbkreis, ist mit Siegellak überzogen. Beym Gebrauch verbindet man die Kugel mit dem elektrisirten Körper. Donndorf (Lehre v. der Elektr. Th. I. S. 70.) lobt diese Einrichtung, die sonst der Henlyschen ähnlich ist, weil man sie bey jeder Art von Maschinen brauchen könne.

Cavallo (Vollst. Abhandl. von der Elektr. Th. III. Cap. 3.) schlägt das Taf. VII. Fig. 120. vorgestellte Stativ mir den Cantonschen Elektrometern CC und DD vor. Auf dem hölzernen Fuße B steht eine Säule A von Glas oder gedörrtem Holz, oben abgerundet, oder mit einer hölzernen Haube versehen, aus der vier Arme von Glas oder gedörrtem Holz hervorgehen, woran vier Elektrometer hängen. Zwey davon CC sind Cantonsche an leinenen Fäden (die er mit schwachem Salzwasser zu tränken anräth) und Korkkügelchen von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser. Sie hängen an einem 6 Zoll langen gläsernen mit Siegellak überzognen Stäbchen, mit dem man sie isolirt vom Stative abnehmen kan. DD sind seidne Fäden, 8 Zoll lang, an deren Ende eine Pflaumfeder hängt. Man sieht bald, daß dies eine zu vielerley Absichten bequeme Einrichtung ist.

Da alle diese Veranstaltungen nur zeigen, ob die Elektricität stärker oder schwächer, nicht aber, wie groß sie eigentlich sey, so hat Herr Achard (Beschäftigungen der berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, Th. I. Berlin 1775. gr. 8. S. 53 u. f.) ein Elektrometer angegeben, welches die Kraft der Elektricität wirklich abmessen, und ihr jedesmaliges Verhältniß zur Schwere der Erdkörper bestimmen soll. Herr Lichtenberg (Magaz. für das Neuste rc. B. II. St. 1. S. 146.) hat dasselbe kürzer beschrieben. An einem messingnen Lineal AB, Taf. VII. Fig. 121., sind bey C, c, an kleinen Hacken zwo Kugeln von verschiedenen Gewichten F, f, an messingenen Fägen von gleicher Länge aufgehangen. Die Fäden müssen so steif seyn, daß sie sich nicht krümmen. Das Lineal hat bey L, l, Vertiefungen, damit der Faden dicht an seiner Seite anliegen kan, wenn die Kugel das Lineal berührt. Die Kugeln würden aus Meerschaum zu verfertigen seyn, welche Materie die Feuchtigkeit aus der Luft wenig annimmt. Man setze nun, die Kugel F (deren Gewicht nebst dem des ganzen Fadens = P sey) werde durch das Elektrisiren des Lineals um den Winkel BCF = $\varphi$ abgestossen. Der Schwerpunkt des Penduls CF sey in G, so wird sein Gewicht = P es lothrecht nach der Linie Gn herab-

treiben. Dieses Gewicht wird jetzt theils von der Festigkeit des Hackens C. theils von der abstoßenden Kraft der Elektricität im Gleichgewicht erhalten. Man zerlege also Gn in die beyden Kräfte Go und Gm, die eine in der Richtung des Fadens selbst, die zwote senkrecht gegen das Lineal. Diese letztere Gm drückt den Theil des Gewichts P aus, welchen die nach mG gerichtete abstoßende Kraft aufhebt. Es ist aber der Winkel Gnm = nGo = BCF = $\varphi$; und daher Gm = Gn. tang. $\varphi$, d. i. die abstoßende Kraft = P. tang. $\varphi$ Kennt man also P. das Gewicht des Penduls, und hat man Mittel, den Winkel BCF = $\varphi$ zu messen, so giebt die Rechnung sehr leicht die abstoßende Kraft. Dieser Winkel muß aber in einer Entfernung von wenigstens 4 Fuß gemessen werden können, weil bey einer grössern Nähe eines fremden Körpers die Pendul gestört werden würden. Hiezu giebt nun der Erfinder einen zwar sehr gut ausgedachten, aber auch sehr zusammengesetzten Chordenmesser an, den sonst Herr Elkner in Berlin nebst dem Elektrometer selbst für 72 Thaler verfertiget hat, und der also wohl schwerlich in den elektrischen Apparat allgemein aufgenommen werden dürfte. Uebrigens giebt obige Rechnung die richtige Methode an, die Intensität des Abstoßens (welches, wenn es auch nicht überall senkrecht von der Seite des Lineals abtriebe, doch nach dieser Richtung, als einer mittlern, betrachtet werden kan) wirklich zu messen, und dadurch zu bewirken, daß das Werkzeug den Namen eines Elektrometers oder Maaßes wirklich verdiene.

Das Taschenelektrometer des Cavallo (Vollst. Abhdl. von der Elektr. Theil. IV. C. 3.), dessen Empfindlichkeit er sehr rühmt, besteht aus einer Glasröhre, die 3 Zoll lang ist, ¼ Zoll im Durchmesser hat, und bis auf die Helfte mit Siegellak überzogen ist, s. Taf. VII. Fig. 122. An dem Ende der Röhre, wo kein Siegellak ist, befindet sich eine Schleife von einem dünnen seidnen Schnürchen, womit man das Ganze an eine Stecknadel hängen kan. In das andere ofne Ende paßt ein Kork, der an beyden Enden conisch zugespitzt ist. Von dem einen Ende des Korks hängen zwo leinene Fäden herab, die ein wenig

kürzer sind, als die Glasröhre selbst, und an jedem befindet sich ein kegelförmiges Stückchen Holundermark. Die Glasröhre dient zum isolirenden Handgriffe, und zugleich zum Gehäuse; denn wenn man den Kork umkehrt, so kommen die Fäden innerhalb der Röhre zu hängen, und man kan das Ganze in einem gewöhnlichen Etui bey sich tragen. Setzt man in dieses Etui oben ein Stück Bernstein, unten ein Stück Elfenbein auf Bernstein isolirt, so kan man durch Reiben an einem Tuchkleide — E und + E erregen, und dem Elektrometer mittheilen.

**Adams** (Versuch über die Elektricität, S. 164.) beschreibt noch ein sehr bequemes und äußerst empfindliches Elektrometer von **Cavallo** angegeben, Taf. VII. Fig. 123. Die Glasröhre CDMN ist in den messingenen Boden AB eingekittet. Ihr oberer Theil läuft in ein schmales cylindrisches mit Siegellak überzognes Ende aus, in das eine kleine gläserne Röhre eingekittet ist, deren unteres ebenfalls mit Siegellak überzognes Ende ein wenig in die Röhre CDMN hineinreicht; in diese kleine Röhre ist ein Drath eingekittet, dessen unteres Ende das flache Stück Elfenbein H, welches durch einen Kork in die Röhre befestiget ist, berühret; das obere Ende des Draths geht etwas über die Röhre hinaus, und läßt sich in die messingene Haube EF einschrauben, welche bey Beobachtung der Luftelektricität den Regen von dem mit Siegellak überzognen Theile abhält. TM und KN sind zween schmale Streifen Zinnfolie an der innern Seite des Glases, welche mit dem messingnen Boden AB in Verbindung stehen.

Bringt man einen elektrisirten Körper an die messingne Haube EF, so werden die Kugeln sogleich aus einander gehen, sobald sie aber die Zinnfolie berühren, wieder zusammenfallen, und wenn man nun den elektrisirten Körper wieder wegnimmt, aufs neue mit der entgegengesetzten Elektricität aus einander gehen. So sind die Kugeln auch gegen die allerschwächsten Grade der Elektricität empfindlich, und die Beschaffenheit derselben erhellet daraus, ob sie durch ein der Haube genähertes — E mehr divergirend gemacht oder einander wieder genähert werden. Kaum

wird man zu Wahrnehmung schwacher Elektricitäten eine bessere Einrichtung vorschlagen können.

Außer diesen so brauchbaren Korkkugelelektrometern haben le Roy und d'Arcy (Mém. de Paris. 1749.) noch eine andere Art, die Stärke des Zurückstoßens zu messen, angegeben. In einem großen, ganz mit Wasser gefüllten, Gefäß AB (Taf. VII. Fig. 124.) schwimmt ein Glas CD, wie ein Aräometer geformt, dessen Stiel 12 Zoll lang und eine Linie dick ist; es muß im natürlichen Zustande bald bis an den Boden des Gefäßes herabsinken. Das Gefäß ist mit der messingnen Scheibe H zugedeckt. Diese hat in der Mitte ein Loch, durch welches der Stiel V durchgeht. Damit der Stiel nicht umschlage, ist Quecksilber unten bey CD, auch sind Silberfäden über das Loch in der Scheibe H gespannt, zwischen denen er auf- und absteigen kan. Oben am Ende des Stiels ist ein messingnes Scheibchen L, von 14⅔ Lin. Durchmesser. Wenn nun dies alles isolirt, und mit einem elektrisirten Leiter verbunden wird, so stößt die Scheibe H das nahe an ihr liegende Plättchen L ab und erhebt dadurch das Aräometer. Kan man die Höhe messen, auf die es erhoben wird, so läßt sich aus dem bekannten Gewichte desselben, und dem Verhältnisse des Stiels zum ganzen Körper die Kraft des Abstoßens berechnen. Die Erfinder schlagen vor, ein mattgeschlifnes Glas mit Parallellinien bezogen, gegen die Maschine zu stellen, vermittelst eines Lichts den Schatten des Gefäßes darauf fallen zu lassen, und so aus der Zahl der Parallellinien, durch welche der Schatten des Plättchens L, steigt, auf das Steigen des Plättchens selbst zu schließen. Den dazu vorgeschlagnen Apparat möchte man wohl zu unbequem finden.

Eine ganz andere Classe von Elektrometern hat die Absicht, die Stärke der elektrischen Funken und Erschütterungsschläge zu messen, oder wenigstens Funken und Schläge von einer gewissen vorgeschriebenen Stärke hervorzubringen. **Canton** verfiel gleich nach Erfindung der leidner Flasche auf ein Mittel, die Stärke der Ladung zu bestimmen. Er nahm die geladne Flasche in die Hand, ließ

einen Funken aus ihr in einen isolirten Leiter gehen, und zog diesen Funken mit seinem Finger wieder heraus, worauf die Flasche dem Leiter aufs neue einen Funken gab. Aus der Anzahl dieser Funken beurtheilte er die Stärke der Ladung. Man erfährt aber dadurch nur, wie stark die Ladung gewesen sey, weil sie durch diese Art der Abmessung verlohren geht; und es ist zweifelhaft, ob sich durch eine gleiche Anzahl von Umdrehungen des Rads an der Maschine die Flasche genau wieder eben so stark laden werde.

Lane (Philos. Trans. Vol. LVII. S. 451.) gab, um immer Funken oder Schläge von gleicher Stärke zu erhalten, eine unter dem Namen des Auslade-elektrometers bekannte Einrichtung an, die ich hier mit einigen nachher angebrachten Verbesserungen beschreibe. Taf. VII. Fig. 125. wird an den Knopf F einer Verstärkungsflasche ein gläserner Stab FD angebracht, der in die messingne Haube D eingeküttet ist. Aus D geht ein starker Messingdrath senkrecht hervor, dessen Ende so hoch hinauf reicht, als der Mittelpunkt des Knopfes B steht, der noch über dem Knopfe F auf dem weiter hinaufreichenden Stabe der Flasche befestiget ist. Auf diesem Drathe ruht eine messingne Hülse, durch welche man das Stäbchen CE, welches an einem Ende den Knopf C, am andern den Ring E hat, vor- und rückwärts schieben kan, um den Knopf C in jede beliebige Entfernung von dem Knopfe B zu bringen. Man kan auch auf dem Stäbchen CE eine Eintheilung anbringen, um die Entfernung der Knöpfe B und C desto genauer abmessen zu können. Nun setze man, die Flasche sey so an den ersten Leiter A gesetzt, daß sie ihn mit dem Knopfe B berühre, der Knopf C stehe ½ Zoll von B ab, und von E bis an die äußere Belegung der Flasche bey I sey eine leitende Verbindung gemacht. Wird nun unter diesen Umständen die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt, so ladet sich die Flasche. Sobald aber die Ladung so stark ist, daß sie durch die Entfernung BC schlagen kan, so erfolgt ihre Entladung. Fährt man immer fort, die Maschine zu drehen, so ladet sich die Flasche aufs neue, bis die Entladung wieder bey der vorigen Stärke der Ladung erfolgt,

u. s. w. So kan man mehrere Schläge von immer gleicher Stärke erhalten, und durch Körper führen, die in die leitende Verbindung El gebracht werden. Sollen die Schläge stärker werden, so entfernt man C weiter von B. Der Theil FD wird gewöhnlich mit Siegellak überzogen. Man sieht leicht, daß sich eben diese Einrichtung auch an einen bloßen Conductor für simple Funken anbringen läßt.

Eben hiezu ist auch der allgemeine Auslader des Henly brauchbar, s. Auslader, ingleichen das Luftthermometer des Kinnersley, s. Luftthermometer, elektrisches.

Sigaud de la Fond (Precis des phénom. électr. Sect. II. ch. 4.) nimmt statt des Stäbchens CE eine kupferne Schraube, am Ende mit einer Platte, welche auf dem Maaßstabe die Entfernungen angiebt. Er beschreibt hiernächst noch eine andere Vorrichtung, wo eine belegte Glastafel durch eine vom Conductor herabhängende Kette geladen wird, und Männchen, mit den beyden Seiten der Tafel verbunden, wenn die Ladung den nöthigen Grad erreicht, Pistolen gegen einander abfeuern.

Adams (Versuch über die Elektr. S. 28.) gedenkt eines Elektrometers von Townshend. Auf einer elfenbeinernen Platte steht ein locker gestellter elfenbeinerner Kegel. Aus einer runden Scheibe, die sich ganz frey um zwo Spitzen drehen kan, geht ein hölzerner Arm hervor, der auf dem Kegel aufliegt. Man läßt einen Schlag unter dem Kegel durchgehen, der ihn nebst dem hölzernen Arme in die Höhe wirft. Dadurch dreht sich die Scheibe, und ein unbeweglicher Zeiger bemerkt, wie weit sie sich gedreht hat. Daraus soll man die Stärke des Schlags erkennen.

So beschreibt auch Adams (ebend. S. 221.) ein von ihm selbst etwas abgeändertes Elektrometer des Hrn. Brooke, wobey zuerst untersucht wird, wie weit ein Schieber, der an einem kupfernen Arme mit einer Kugel am Ende beweglich ist, verschoben werden müsse, um den Arm immer horizontal zu erhalten, wenn ein Gegengewicht, das

den Arm zu heben strebt, immer um einen Gran verstärkt wird. Daraus entsteht eine Theilung, wo jeder Theil einen Gran Kraft mehr anzeigt. Man bringt alsdann einen gleich großen Arm mit einer Kugel, wie ein Cantonsches Elektrometer, an eine getheilte Scheibe, und verbindet beyde Instrumente mit einer Ladungsflasche, oder einem Conductor. Das eine zeigt nun die Grane der abstoßenden Kraft durch den Grad der Theilung, auf den sich der Schieber stellt, das andere die correspondirenden Grade der getheilten Scheibe. So kan man eine Tabelle darüber verfertigen, wie viel Grane Repulsion jeder Grad anzeige, und dann das letztere Instrument allein brauchen, um durch Versuche zu bestimmen, wie viel bey einer gegebnen Menge belegter Fläche Repulsion nöthig sey, um einen Drath zu schmelzen, ein Thier zu tödten, u.s.w. Es wird nemlich hier das durch mechanische Proben bestimmt, was Herr Achard durch Rechnung findet.

Noch ein Elektrometer von Barbaroux beschreibt Herr Lichtenberg (Magazin, B. III. St. 1. S. 113.). Eine 12 Zoll lange und 16 Linien weite Glasröhre ist durch eingeschnittene Striche in Zolle und Linien getheilt. Durch ihre beyden luftdicht mit Leder verschlossenen Enden gehen zween Dräthe mit Haken; jeder hat am innern Ende eine fein polirte messingne, genau in die Glasröhre einpassende Scheibe. Um eine Ladung zu messen, soll man die beyden Dräthe in die leitende Verbindung bringen, und so weit zusammenschieben, bis die Entladung erfolgt, da denn die Abtheilungen zeigen, wie weit die Scheiben aus einander stehen. Die Absicht ist, das Eindringen der äußern Luft in den Raum, durch den der Funken geht, zu hindern; allein das Glas, das sich, wenn die äußere Luft leitend ist, ladet, bringt eben so viel Unbestimmtheit in die Abmessung, als die äußere Luft selbst.

Franklin's Rad kan durch die Geschwindigkeit, mit der es umläuft, ebenfalls ein Elektrometer abgeben, s. Rad, elektrisches.

So brauchbar einige der beschriebnen Werkzeuge sind, so ist doch noch keines darunter, das die Intensität der

Elektricität wirklich mit Sicherheit zu messen diente; inzwischen kömmt das Achardsche diesem eigentlichen Zwecke des Elektrometers am nächsten.

Priestley Gesch. der Elektr. durch Krünitz, S. 89, 343 u. f.

Donndorf Lehre von der Elektr. Th. I. S. 66. — 87.

Cavallo Vollständige Abhandl. der Lehre v. der Elektr. Th. III Cap. 3.

Adams Versuch über die Elektric. an mehreren Stellen.

Kühn Geschichte der medicin. und physikal. Elektricität, S. 154 u. f.

*Brisson* dictionnaire de phyſ. art. *Electrometre.*

**Elektrometer, atmosphärisches, s. Luftelektrometer.**

**Elektrophor, beständiger Elektricitätsträger,** Electrophorus perpetuus, *Electrophore perpetuel.* Ein seit dem Jahre 1775 durch Herrn Volta in die elektrische Geräthschaft eingeführtes Instrument, wodurch man eine lange Zeit elektrisiren kan, ohne die Elektricität aufs neue erregen zu dürfen. Es vertritt die Stelle einer sehr einfachen und wohlfeilen Elektrisirmaschine.

Nach Herrn Lichtenberg (De nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici investigandi. in Nov. Comm. Soc. Gotting. To. VIII. ad ann. 1777. p. 168.) ist die erste Erfindung der Sache selbst Herrn Wilke (Schwed. Abhdl. 24ster Theil, Von den entgegengesetzten Elektricitäten bey der Ladung, 20ster Vers. S. 271.) zuzuschreiben, der im Jahre 1762 eine Veranstaltung angab, die Belegungen einer Glastafel nach geschehener Ladung und Entladung von der Tafel selbst zu trennen, und alle Theile besonders zu untersuchen. Da nun aus dem folgenden erhellen wird, daß jede losgeschlagne leidner Flasche oder Glastafel mit einem geladnen Elektrophor übereinkomme, so ist das Wesentliche dieser Erfindung schon in den angeführten Versuchen des Herrn Wilke enthalten. Auch in den Schriften der Herren Aepinus, Cigna und Beccaria kommen Versuche vor, welche auf den Begrif des Elektrophors führen.

Herr Volta von Como, jetzt Professor der Physik zu Pavia, behält indeß das unstreitige Verdienst, diesem merkwürdigen Werkzeuge seine jetzige bequeme Einrichtung und seinen Namen gegeben, und es in die Geräthschaft der Experimentalphysik eingeführt zu haben. Er kam darauf durch die Veranlassung seines Streits mit dem P. Beccaria über des letztern Grundsatz der **sich selbst wiederherstellenden Elektricität**. Er läugnete, daß ein Leiter und ein erregter elektrischer Körper bey ihrer Verbindung ihre Elektricitäten **ablegten**, und bey der Trennung wieder **ergriffen**, und behauptete vielmehr, daß die Elektricitäten nur so lang, als sich eine im Wirkungskreise der andern befände, in einem Gleichgewichte stünden, oder unwirksam würden, d. i. einander bänden. Er zeigte dies durch einen auf eine geriebne Harzplatte gesetzten isolirten Leiter, und da Harzplatten ihre erregte Elektricität sehr lang behalten, so gab dieser Versuch das Instrument, dem er den Namen Elettroforo perpetuo beylegte. (Man sehe die mayländische Scelta di opuscoli interessanti, To. IX. p. 91. und To. X. p. 37. ingl. Lettre de Mr. *Alexander Volta* sur l'électrophore perpetuel de son invention in *Rozier* Obs. sur la physique etc. To. VII. Juillet, 1776. p. 21.)

Die erste Erscheinung des Elektrophors, welcher theils durch Privatbriefe, theils durch kleine Schriften (Schreiben eines Geistlichen zu Wien (Jacquet) von dem immerwährenden Elektrophor, aus dem Franz. mit Anmerk. von A. H. Wien 1776. 8.) bald bekannt ward, war den Physikern fast eben so räthselhaft, als es ehedem der Leidner Versuch gewesen war. Man sahe bald, daß sich dieses Werkzeug nicht anders, als durch die Gesetze der elektrischen Wirkungskreise erklären lasse. Die Bekanntmachung des Elektrophors ist daher die Epoche, seit welcher man auf diese bisher noch immer vernachlässigte Lehre vorzüglich aufmerksamer geworden ist; so daß dieses Werkzeug der Theorie gewiß eben so viel Vortheil, als der Praxis, gewähret hat.

## Einrichtung des Elektrophors.

Die wesentlichen Theile eines Elektrophors sind der Kuchen, die Form und der Deckel. Kuchen und Form zusammen, heißen die Basis oder Unterscheibe; der Deckel wird im Gegensatz damit auch die Oberscheibe genannt.

Der Kuchen besteht aus einer Platte von einer nicht- leitenden Materie, z. B. Glas, Harz, Pech Siegellack rc., deren ursprüngliche Elektricität durch Reiben (beym Glase mit Leder, das mit dem gewöhnlichen Amalgama bestrichen ist, bey harzigen Materien mit Hasen- Katzen- Kaninchen- oder Marderbalg) erregt werden kan. Das bloße Pech oder reines burgundisches Harz ist dazu sehr bequem. D. Pickel giebt eine Composition von 5 Theilen Gummilack (in tabulis), 3 Theilen reinem Mastix und 2 Theilen venetianischem Terpentin an, welches zusammen in eine Leinwand gebunden, in einem neuen irdenen glasirten Geschirr bey gelindem Kohlfeuer zerlassen, durch die Leinwand gedrückt, und entweder noch flüssig auf die Form getragen, oder nach dem Erkalten gepülvert aufgestreut und wieder zerlassen wird. Jacquet schlägt eine Mischung vor, welche halb Colophonium, und halb weisses Pech enthält, nebst etwas Terpentin, das Springen zu verhüten, und etwas Zinnober zum Färben. Oft thut man auch der Festigkeit halber etwas Ziegelmehl hinzu.

Die Form oder der Teller besteht aus einer leitenden Belegung auf der einen Seite und mehrentheils auch an der Kante des Kuchens. Nimmt man ein Spiegelglas zur Basis, so vertritt schon die Belegung mit Spiegelfolie die Stelle der Form. Zu den Harzkuchen bedient man sich einer runden metallenen, oder auch hölzernen mit Zinnfolie oder Silberpapier belegten, Scheibe mit einem aufwärts gebognen 1—2 Linien hohen Rande, welcher das Abfließen der hineingegossenen Harzmasse verhindert.

Wenn man auf diese Art die Basis bereiten will, so muß so viel harzige Composition aufgegossen werden, daß deren Oberfläche mit dem höchsten Theile des Randes voll-

kommen gleich steht, und man vom Rande des Tellers nichts, als die äußere Kante sieht. Weil beym Aufgießen immer Blasen im Harze bleiben, so ist es rathsam, glühende Platteisen bereit zu halten, und diese nahe an die Blasen zu bringen, ohne jedoch das Harz zu berühren, damit die Blasen von der Hitze zerspringen. Dadurch kan man einen Harzkuchen im Teller erhalten, der so eben und glatt, als ein Spiegel, ist. Auch nachher entstandne Risse kan man durch Ueberfahren mit einem heissen Eisen zuschmelzen, daher Harzkuchen weit bequemer, als Glastafeln, sind. Macht man den Teller von Holz mit Zinnfolie überzogen, so wird das Instrument noch wohlfeiler und leichter zu tragen; nur muß das Holz sehr trocken seyn, damit es sich nachher nicht ziehe, und den Kuchen zersprenge.

Der Deckel (clypeus, Schild, Conductor, oft auch, wenn es ein hoher Cylinder ist, die Trommel) besteht aus einem isolirten Leiter, der ringsum etwa 1 — 1½ Zoll schmäler ist, als der Kuchen, und auf denselben genau anschliessend aufgesetzt und abgehoben werden kan. Am wohlfeilsten und leichtesten macht man ihn aus einem Reif von steifgeleimtem Pappendeckel, über den oben und unten Leder, Papier oder dünne Leinwand gespannt, dann aber alles, oben, unten und am Rande, mit Zinnfolie überzogen wird, so daß die äußere Fläche ein vollkommner metallischer Leiter ist. Man kan aber auch eine metallne am Rande abgerundete Scheibe oder Teller nehmen. Um diesen Deckel isolirt abheben und aufsetzen zu können, werden an drey oder vier gleichweit von einander entfernten Orten des obern Umkreises Löcher schief durchgebohrt, und seidne Schnüre oder Bänder durchgezogen, die man in der Höhe von etwa 10 Zollen zusammenknüpft. Oder es wird in die Mitte des zum Deckel gebrauchten Tellers ein gläserner Handgrif angekittet, der den Vorzug hat, daß man den Deckel auch in andere, als horizontale, Lagen bringen kan.

Das ganze Instrument ist Taf. VII. Fig. 126. und 127. abgebildet. Fig. 126. ist Cavallo's Einrichtung, bey welcher der Kuchen eine mit einer Harzcomposition überzogne Glasscheibe ist, der Deckel aus einer Metall-

platte mit einem gläsernen Handgrif besteht, und der Tisch, oder eine zinnerne Scheibe, auf welche man den Kuchen legt, die Stelle der Form vertritt. Fig. 127. ist die bey uns gewöhnlichere Einrichtung, wo die Basis eine mit Harz ausgegossene leitende Scheibe ist, der Deckel aber oder die Trommel an seidnen Schnüren gehalten wird

Der größte jemals gebrauchte Elektrophor ist in Göttingen durch den dasigen Mechanikus **Klindworth** verfertiget worden. (Man s. **Lichtenberg** Magazin für das Neuste ꝛc. B. I. St. 2. S. 42.) Die Harzscheibe desselben hatte 7, die leitende Scheibe oder der Deckel 6 pariser Schuhe im Durchschnitt. Diese letztere war massiv, wog 76 Pfund, und ward durch einen Flaschenzug auf und nieder gelassen. Am äußern mit Zinnfolie belegten Rande der Tafel, in welche der Harzkuchen eingegossen war, befand sich ein Haken mit einer Kette, an deren Ende eine Kugel hieng, um die Verbindung mit dem Deckel zu bewirken, die man sonst mit der Hand macht, weil der dabey entstehende Schlag der Hand zu empfindlich war.

Der **doppelte Elektrophor**, eine Erfindung des Herrn Professor **Lichtenberg**, wird im nächstfolgenden Artikel beschrieben werden.

Es lassen sich außer dem Glase und den harzigen Mischungen noch viele andere Körper zur Basis des Elektrophors gebrauchen, z. B. seidne oder wollene Zeuge, welche man aber lieber in einen Rahmen spannt, und so in freyer Luft in eine horizontale Lage bringt, s. **Luftelektrophor**. Man darf auch nur einen elektrisirten seidnen Strumpf u. dgl. auf den isolirten Deckel legen, um Wirkungen zu erhalten, die denen des Elektrophors ähnlich sind.

## Erscheinungen und Gebrauch des Elektrophors.

Man errege die Elektricität des Kuchens durch Reiben. Ist der Kuchen wie gewöhnlich, von einer harzigen Composition bereitet so wird die Erregung am besten gelingen, wenn man mit trocknem warmen Hasen: oder

Katzenpelz oder Flanell reibt. Das allerbeste ist, mit einem doppelt zusammengelegten warmen und trocknen Stück Flanell, das man mit beyden Händen hält, auf den Kuchen zuschlagen, und bey jedem Schlage den Flanell über den ganzen Kuchen hinweg gegen sich zu ziehen, oder den Kuchen aufeben diese Art mit einem Fuchsschwanze zu peitschen. Die harzigen Substanzen, zumal in platter Form, behalten ihre einmal erregte Elektricität sehr lange Zeit. Ein so erregter Elektrophor zeigt nun vornehmlich folgende Erscheinungen.

1. Setzt man den Deckel, vermittelst der Schnüre oder des isolirten Handgrifs, auf die Basis, und hebt ihn wieder ab, ohne ihn berührt zu haben, so zeigt er keine Elektricität.

2. Setzt man den Deckel eben so auf die Basis, welche hiebey nicht isolirt ist, und berührt ihn, so erhält man einen kleinen, aber schneidenden Funken, und berührt man mit einem Finger den Deckel, mit dem andern die Form, so fühlt man einen erschütternden Schlag, wie aus einer geladnen Flasche.

3. Nach diesen Berührungen zeigen weder Deckel noch Form einige Spur von Elektricität.

4. Hebt man hierauf den Deckel mit den Schnüren auf, entfernt ihn genugsam von der Basis, und berührt ihn nun wieder, so erhält man einen oder mehrere stechende Funken, wie von einem gemeinen Conductor. Diese Funken sind stärker, wenn man bey Num. 2. Deckel und Form zugleich, als wenn man nur den Deckel allein berührt hat.

5. Die Elektricität des so berührten und aufgehobnen Deckels ist der des Kuchens entgegengesetzt.

6. Die Elektricität des aufgesetzten, noch nicht berührten, Deckels ist der des Kuchens gleichartig.

7. Das Num. 2. 3. 4. beschriebene Verfahren läßt sich, so oft man will, wiederholen, ohne daß der Kuchen etwas merkliches von seiner Elektricität verliert, bis ihm endlich Luft und Feuchtigkeit dieselbe entziehen. So kan man von einer einzigen Reibung oft Monate lang elektrische

Funken erhalten, daher das Instrument ein beständiger Elektricitätsträger genannt worden ist.

8. Isolirt man die Basis, so erhält man aus dem aufgesetzten Deckel bey der Berührung einen stechenden Funken; sonst aber, wenn man Form und Deckel zugleich berührt, wieder, wie bey Num. 2., einen erschütternden Schlag.

9. Zieht man nach diesen Berührungen den Deckel in die Höhe, so findet man jetzt nicht allein den Deckel, wie bey Num. 4., sondern auch die Form elektrisirt, jenen ungleichartig, diese gleichartig mit der Elektricität des Kuchens.

10. Wird der Deckel nach der Berührung aufgehoben, und ohne in der Höhe berührt worden zu seyn, wieder niedergelassen und aufgesetzt, so sind in allen Fällen Form und Deckel ganz todt, und ohne einiges Merkmal der Elektricität.

Man wird aus diesen Phänomenen des Elektrophors seinen Gebrauch leicht abnehmen können. Der berührte und von der Basis abgehobne Deckel nemlich thut alle Dienste eines elektrisirten Conductors, an dem man die Wirkungen der elektrischen Anziehung wahrnehmen, einen Funken ziehen und eine Flasche laden kan, wenn man den Funken aus dem Deckel in ihren Knopf schlagen läßt, indem man die äußere Belegung mit der Hand hält, oder auf eine andere Art mit der Erde verbindet. Zwar ist mit dem ausgezognen Funken auf einmal alle Elektricität des Deckels erschöpft; man kan ihm aber dieselbe durch ein neues Aufsetzen auf den Kuchen, Berühren und Abheben sogleich wiedergeben. Man kan auch eine Flasche negativ laden, wenn man sie auf den Deckel stellt, mit demselben aufzieht, und dann ihren Knopf berührt; oder wenn man sie beym Knopfe hält, und den Funken aus dem Deckel in die äußere Belegung schlagen läßt. Solchergestalt vertritt der Elektrophor die Stelle einer Elektrisirmaschine, und kan wegen seiner geringen Größe, und der langen Dauer seiner Elektricität nach einer einzigen Erregung, sehr bequem zu den meisten elektrischen Versuchen gebraucht werden.

Vermittelst geladner Flaschen kan man die Kraft eines Elektrophors beträchtlich verstärken. Man ladet nemlich eine Flasche durch den Deckel des Elektrophors selbst, stellt dieselbe auf den Kuchen, und entladet sie wieder durch eine Verbindung zwischen ihrem Knopfe und der Form des Elektrophors. Da sie sich hiebey nicht auf einmal ganz entladet, so schiebt man sie mit einer gläsernen Röhre auf eine andere Stelle des Kuchens, und ziehet aufs neue, wie zuvor, einen Theil ihrer Ladung heraus, bis sie nichts mehr entläßt. Man ladet sie hierauf wieder, und verfährt, wie zuvor, bis man mit der Flasche auf dem ganzen Kuchen herum ist. Bedient man sich statt der einfachen Flasche einer Batterie von mehreren, etwa 16—64 Flaschen, so kan man bey großen Elektrophoren diese Verstärkung so hoch treiben, daß aus dem aufgezognen Deckel starke Blitze von der Dicke eines Gänsekiels auf das Harz schlagen, und solches gleichsam durchbohren.

Es ist zu dieser Verstärkung eines Elektrophors nicht einmal nöthig, die Flasche durch eine Verbindung ihres Knopfs mit der Form des Elektrophors zu entladen; man darf nur die Flasche, wenn ihre äußere Seite — E hat, auf den Kuchen setzen, den Knopf mit der Hand fassen, und die Belegung auf dem Kuchen hin und her führen, so wird dadurch die Basis ein weit stärkeres — E, als durch bloßes Reiben, erhalten. Weil die Flasche durch den Elektrophor geladen wird, so erhält er die ganze Verstärkung im Grunde aus sich selbst, und dies giebt ihm noch mehr Ansprüche auf die Benennung eines beständigen Elektricitätträgers. Fährt man hingegen mit dem Knopfe der Flasche, welcher + E hat, auf dem Kuchen hin und her, indem man die — E habende Belegung in der Hand hält, so erhält der Kuchen + E, wodurch anfänglich sein — E geschwächt wird, und im Fortgange ein Ueberschuß von + E entsteht, s. Elektrophor, doppelter.

Auch wird die Kraft eines Elektrophors verstärkt, wenn sich diejenige Person, welche das Reiben verrichtet, während desselben auf einem isolirten Stative durch eine Maschine positiv elektrisiren läßt.

Wenn man eine Flasche positiv, eine andere negativ, ladet, sie bey der äußern Belegung anfaßt, und mit dem Knopfe einer jeden einen Buchstaben auf den Harzkuchen schreibt, dann aber die Stellen mit kleingestoßnem Harz, Colophonium oder Hexenmehl bepudert, so zeigen sich die geschriebenen Buchstaben durch den aufgestreuten Staub, der beym positiven mehr blumenartige, beym negativen mehr runde Figuren bildet. Faßt man die Flaschen bey den Knöpfen an, und schreibt die Buchstaben mit ihren äussern Belegungen, so zeigen sie sich bepudert ebenfalls, aber die Figuren des Staubs erscheinen jetzt in verwechselter Ordnung. Herr Lichtenberg in Göttingen (De nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici investigandi, in Nov. Comm. Soc. Gott. To. VIII. ad a. 1777. und in Comment. Soc. Gott. Class. Math. T. I. ad a. 1778.) hat solche Figuren abbilden lassen, und schlägt weitere Versuche hierüber als ein Mittel vor, die Beschaffenheit und Bewegung der elektrischen Materie zu untersuchen. Cavallo sucht diese Figuren dadurch zu erklären, daß der aufgepuderte Harzstaub, durch das Reiben der Theilchen an einander negativ elektrisirt, also von den positiven Stellen des Kuchens angezogen, von den negativen aber zurückgestoßen werde. Der feine Staub, der in den Zimmern aufsteigt, und auf einen geriebnen Harzkuchen niederfällt, bringt eben diese Figuren hervor.

Nicht lange nach der Bekanntmachung des Elektrophors in Deutschland behauptete Herr Rath und Professor Schäffer in Regenspurg (Abbildung und Beschreibung des beständigen Elektricitätträgers rc. Regensp. 1776. 4. Kräfte, Wirkungen und Bewegungsgesetze des best. Elektricitättr. Regensp. 1776. 4. Fernere Versuche mit dem best. El. Regensp. 1777. 4.) einige sonderbare Versuche mit diesem Werkzeuge angestellt zu haben. Etwas ähnliches, aber auch nicht sehr sicheres kömmt zwar schon unter Grays Versuchen vor (s. Priestley Gesch. der Elektric. durch Krünitz S. 74.). Eine über dem Mittelpunkte des Elektrophors hängende Glocke sollte in eine Schwungbewegung von Norden nach Süden gerathen. Hänge die

Glocke, oder ein anderer Körper, dem Elektrophor zur Seite, so solle die Schwungbewegung nach dem Mittelpunkte des Elektrophors zu gerichtet seyn. Doch müsse die Schnur, woran der schwingende Körper hänge, von einer dazu geschickten Person gehalten oder berührt werden. Nicht allen Personen gelinge dieser Versuch, ihm aber jederzeit, auch allen, die er berühre, oder denen er die Hände auflege. Alles, was man auf den Harzkuchen lege, nehme diese Eigenschaft an, und bringe darüber gehaltne Körper zum Schwingen. Ein Buch auf den Harzkuchen gelegt, und dann wieder unter die übrigen gestellt, mache alle andere Bücher zu Elektrophoren, über welchen die Pendul schwängen, u. s. w. Den meisten übrigen Naturforschern haben diese Versuche, selbst mit den größten Elektrophoren, nicht im geringsten gelingen wollen, und die aus ihnen gezognen Vermuthungen neuer Kräfte oder eines elektrischen Magnetismus haben bey Kennern keinen Beyfall gefunden.

## Theorie des Elektrophors.

Daß sich die Erscheinungen dieses Werkzeugs ganz auf Vertheilung, oder auf die Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen gründen, ist schon aus dem Perpetuellen desselben klar, welches nicht statt finden könnte, wenn der geriebene Kuchen etwas von seiner Elektricität mittheilen sollte. Daher bezogen sich auch die ersten Erklärer dieser Phänomene sogleich auf die Gesetze der Wirkungskreise. Aus diesen haben Socin (Anfangsgründe der Elektricität, Hanau 1778. 8. Achte Vorles.) und Ingenhouß (Philos. Transact. Vol. LXVIII. P. II. no. 48. übers. in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, II. B. 5 St. S. 515. u. f.) das meiste glücklich hergeleitet, und der letztere besonders hat seine Erklärungen gänzlich dem Franklinschen System anzupassen gesucht. Hingegen gründen sich die weit vollkommnern Erklärungen der Herren Wilke (Unters. der bey Hrn. Voltas electrophoro perpetuo vorkommenden Erscheinungen in den schwed. Abhdl. 39 B. S. 54. 116. u. 200.) und Lichtenberg (dritte

Auflage von Erxlebens Naturlehre, Göttingen 1784. 8. §. 549. h. u. f.) auf die Theorie zwoer Elektricitäten, welche der erstere Feuer und Säure, der letztere aber weit angemessener + E und — E nennt.

D. Ingenhouß erklärt den Elektrophor, dessen Kuchen durch Reiben negativ wird, nach Franklin für eine Platte, welche zu wenig elektrische Materie hat, auf der sich also gleichsam ein Vacuum befindet. Setzt man nun den isolirten Deckel auf, so stürzt sich ein Theil seiner natürlichen elektrischen Materie auf dieses Vacuum zu, ohne jedoch in die Platte selbst zu dringen, welche, wie alle Harzplatten, nur mit der größten Schwierigkeit Elektricität annimmt. Es entsteht also im untern Theile des Deckels Ueberfluß. Da der Deckel isolirt ist, so kan das, was sich gegen seinen untern Theil stürzt, im obern Theile nicht von außen her ersetzt werden, daher entsteht im obern und äußern Theile des Deckels Mangel. Hebt man den Deckel unberührt ab, so kehrt die herabgestürzte Materie zurück, und der Deckel, der nichts erhalten, und nichts verlohren hat, zeigt gar keine Elektricität. Berührt man ihn aber, indem er noch auf dem Kuchen steht, so ersetzt man den Mangel in seinem obern Theile durch einen Funken; und wenn er nun abgehoben wird, und der Ueberfluß aus dem untern Theile zurückkehrt, so hat der ganze Deckel zu viel, muß also positive Elektricität zeigen, und dem daran gebrachten Finger einen positiven Funken geben.

Der geriebene Harzkuchen zwischen dem Deckel und der Form ist hiebey als eine auf beyden Seiten belegte Tafel anzusehen. Die untere Seite des Deckels macht die obere, die obere Seite der Form die untere Belegung aus. Mithin sind die äußern Theile des Deckels und der Form, wie bey einer geladnen Tafel, auf entgegengesetzte Art elektrisirt, und das Anhalten der Finger an beyde zugleich muß, wie bey der leidner Flasche, einen erschütternden Schlag verursachen.

Es findet also zwischen dem Elektrophor und einer belegten und geladenen Glastafel gar kein Unterschied statt. Richtet man die Glastafel so ein, daß man beyde Bele-

gungen, oder auch nur eine davon, mit seidnen Schnüren oder einer Stange Siegellack abnehmen kan, so zeigen sich, wie Herr Wilke (schwed. Abhdl. 23ster Band, S. 171.) schon längst gefunden hatte, alle Phänomene des Elektrophors. Nimmt man die Belegung, welche vorher positiv war, nach der Entladung isolirt vom Glase ab, so zeigt sie sich negativ; die andere vorher negative zeigt sich abgenommen positiv, beyde ziehen sich an, und geben sich einen starken Funken. Legt man sie wieder an das Glas, so erhält man einen positiven Funken aus der einen und einen negativen aus der andern: so kan man die Tafel aufs neue entladen, und diese Abwechselung eine lange Zeit wiederholen. Hieraus erhellet, daß jede losgeschlagne leidner Flasche ein geladner Elektrophor ist.

Es ist nicht zu läugnen, daß sich so die meisten Phänomene des Elektrophors der Franklinschen Theorie gemäß erklären lassen. Fragt man z. B. warum der Funken, den man aus dem aufgehobnen Deckel erhält, stärker ist, wenn man, indem der Deckel noch auf dem Kuchen stand, Deckel und Form zugleich, als wenn man nur den Deckel allein berührt hat, so läßt sich mit Herrn Socin antworten, in dem Augenblicke, in welchem der Deckel den Funken erhalte und also völlig positiv werde, komme zugleich der Kuchen in den Wirkungskreis des nun positiven Deckels; dadurch werde seine elektrische Materie noch mehr gegen die untere Seite des Kuchens zurückgetrieben, und also im Wirkungskreise dieser Seite mehr elektrische Materie aus der Form herausgestoßen, welche durch beyde Finger in den Deckel gehe, und ihn stärker lade, als wenn die Form gar nicht berührt wird, u. s. w. Fragt man, warum bey isolirter Basis die Funken schwächer sind, so kan man dies nach Franklins Theorie aus eben der Ursache herleiten, aus welcher isolirte Flaschen nicht geladen werden können, weil nemlich die eine Seite nichts annehmen kan, wenn nicht die andere eben so viel verliert; da nun bey isolirter Basis die Form nichts abgeben oder verlieren kan, so kan auch die andere Seite oder der Deckel nichts, oder doch nicht viel, annehmen. Dies scheint sich zwar dadurch zu

bestätigen, weil bey nicht-isolirter Basis die um sie herumliegenden Leiter, z. B. die goldenen Leisten am Tische u. dgl. allemal leuchten, wenn man dem Deckel den Funken giebt, woraus für Franklins Meinung geschlossen werden könnte, die Form gebe allezeit elektrische Materie ab, so oft der Deckel dergleichen empfange. Indeß nimmt doch auch bey isolirter Basis der Deckel einen Funken und mit diesem einige Elektricität an, obgleich die Basis nichts verlieren kan.

Ich will dieser Erklärung des Elektrophors nunmehr die Lichtenbergische Theorie so beyfügen, daß daraus die Ursachen der Erscheinungen in eben der Ordnung erhellen, in welcher oben die Erscheinungen selbst angegeben worden sind.

1. Setzt man auf die —E habende Fläche des Kuchens den isolirten Deckel, so wird ein Theil seines natürlichen +E von ihr gezogen, und sein natürliches —E zurückgestoßen. Hebt man ihn aber unberührt wieder ab, so hören diese Wirkungen, welche blos vom Kuchen herkamen, auf, und das +E und —E des Deckels treten wieder in ihr natürliches Gleichgewicht.

2. Wird der Deckel auf dem Kuchen liegend berührt, so verbindet sich sein zurückgestoßnes oder freyes —E mit eben soviel +E des Fingers durch einen Funken. Dieses —E + E ist = 0.

Indem des Kuchens obere Seite —E hat, so bindet dieses eben so viel +E der untern Seite. Daher wird —E an der untern Seite des Kuchens frey geht aber, weil die Basis jetzt nicht isolirt ist, in den Tisch über, oder sättigt sich mit +E aus demselben. Wird aber der Deckel aufgesetzt, so ändern sich die Umstände. Das —E des Kuchens zieht itzt das +E des Deckels, und kann daher nicht mehr so viel +E der untern Seite binden. Daher wirkt dieses +E freyer gegen die Form, und stößt das +E derselben zurück. Berührt man nun Deckel und Form zugleich, so gehen das zurückgestoßne +E der Form und —E des Deckels in einander über, und die Finger fühlen einen erschütternden Schlag.

3. Weil hiebey + E und — E einander sättigen, so zeigen nach der Berührung Form und Deckel keine Elektricität.

4. Hebt man aber den Deckel ab, und bringt ihn aus dem Wirkungskreise des Kuchens heraus, so wird sein vorher durch das — E des Kuchens gebundnes + E wieder frey, und giebt einem genäherten Leiter einen positiven Funken. Hat man vorher Deckel und Form zugleich berührt, so ist dieser Funken stärker, weil das Zurückstoßen der untern Seite des Kuchens mehr + E in den Deckel getrieben hat.

5. Hiebey ist der aufgehobne Deckel positiv, wenn die obere Seite des Kuchens negativ ist.

6. Bey Num. 2. hingegen hat der Deckel, ehe er berührt wird, freyes — E. oder ist negativ, wie die obere Seite des Kuchens selbst.

7. Das Perpetuelle erklärt sich daher, weil der Kuchen von seiner Elektricität nichts verliert, sondern blos durch seine Atmosphäre wirkt.

8. Ist die Basis isolirt, so kan die Form kein E abgeben. Ihr + E aber bindet einen Theil des — E im Kuchen, und schwächt daher die Wirkung seiner Atmosphäre. Wird nun der Deckel aufgesetzt, so kan das nicht ganz freye — E des Kuchens nicht so viel von dem + E des Deckels binden, daher nicht so viel — E in ihm frey machen, und der ihm genäherte Finger wird einen schwächern Funken erhalten, als wenn die Basis nicht isolirt ist. Berührt man aber Form und Deckel zugleich, so entläßt die Form ihr + E, und der Deckel zugleich sein — E, das nun in stärkerm Maaße in ihm frey wird, und man fühlt einen erschütternden Schlag.

9. Wird nun der Deckel aufgezogen, so findet man ihn positiv, und die Form negativ, wenn man sie gleich nicht mit berührt hat. Denn das — E des Kuchens zieht nun das + E der untern Seite und der Form stärker, die also das — E der Form, das sie vorher gebunden hatte, fahren läßt, und sensibel macht.

10. Wird der Deckel unberührt wieder niedergelassen, so kehrt alles in die Umstände zurück, in denen es sich vor dem Aufziehen befand, und alle + E und — E sind in völligem Gleichgewichte. Hätte man aber den Deckel in der Höhe berührt, und ließe ihn dann wieder nieder, so würde er negativ, die Form auch noch negativ, aber schwächer, als vorher, seyn, weil nun das durch den Deckel beschäftigte — E des Kuchens nicht mehr so viel + E der untern Seite binden, und nicht mehr so viel — E der Form frey oder sensibel machen könnte.

Herr Lichtenberg bemerkt sehr richtig, daß diese Theorie, so verwickelt sie scheinen möchte, höchst einfach sey, und nur darum viel Worte erfordere, weil so viele Phänomene daraus zu erklären sind. Alles beruht auf dem einzigen Gesetze der elektrischen Wirkungskreise. Der geriebene Harzkuchen, dessen obere Seite — E hat, bindet das in seinen Wirkungskreis kommende + E der untern Seite und der Form, und macht ihr — E frey. Setzt man den Deckel auf, so verwendet sich ein Theil der Wirkung auf diesen, daher wird weniger auf die Form gewirkt. Berührt man den Deckel, so erhält er mehr + E, dadurch wird das — E des Kuchens noch mehr beschäftiget, und wirkt nun noch weniger auf die Form. Zieht man endlich den Deckel auf, so beschäftigt er das — E des Kuchens nicht mehr, und dieses wirkt nun wieder in seiner ganzen Stärke auf die Form. Was aber diese Wirkung auf die Form für Folgen hat, das hängt davon ab, ob sie isolirt ist oder nicht, ob man sie zugleich mit berührt oder nicht ꝛc. Diese wenigen Sätze enthalten alle Phänomene des Elektrophors.

Ich zweifle nicht, daß man diese Erklärung des Elektrophors deutlicher und genugthuender finden werde, als sie in der Sprache des Franklinschen Systems ausfallen würde, in welche man sie übrigens leicht übersetzen kan, wenn man statt + E Ueberfluß, statt — E Mangel sagen will. Man wird sich aber nicht leicht vorstellen können, wie ein Mangel diejenige Thätigkeit beweisen könne, welche unser — E bey den Erscheinungen des Elektrophors so un-

läugbar ausübt. Es ist also nicht zu läugnen, daß sich der Elektrophor weit leichter unter der Voraussetzung zwoer verschiednen Elektricitäten, als aus der Hypothese einer einzigen elektrischen Materie, erklären lasse.

Cavallo vollständige Abhdl. der Lehre von der Elektricität, dritte Aufl. Leipzig 1785. 8. Zusätze des Uebersetzers. S. 306. u. f.

Ingenhouß elektrische Versuche zu Erklärung des Elektrophors nach der Theorie des D. Franklin, in den Samml. zur Physik und Naturg. II. B. 5. St.

Lichtenberg, dritte Aufl. von Erxlebens Naturlehre, §. 538 b u. f. 549 h u. f.

**Elektrophor, doppelter.** Eine von Herrn Lichtenberg in Göttingen erfundene Einrichtung des Elektrophors, welche dazu dient, beyde Elektricitäten, die positive und negative, auf eine bequeme Art gleich neben einander zu haben.

Man nimmt ein Bret von Lindenholz (Taf. VII. Fig. 128.) ohngefähr 2 Fuß lang, einen Fuß breit und einen Zoll dick, überzieht dasselbe ganz mit Zinnfolie oder Goldpapier so, daß auch der äußere Rand belegt wird, befestiget darum mit metallenen Nägeln, welche bis in die Belegung hineingehen, einen Rand von dünnem Holzspan, der $2\frac{1}{2}$ Lin. über das Bretchen hervorraget. Dieses Bret, das nun die Gestalt einer Schüssel hat, gießt man mit einer Harzcomposition aus. Der dazu gehörige Deckel hält etwa 10 Zoll im Durchmesser. Man reibt nun die Stelle A mit einem Hasen- oder Katzenfell, oder mit Flanell, so wird sie negativ, hingegen der darauf gelegte und berührte Deckel nach dem Aufheben positiv. Alsdann stellt man auf B einen messingnen Ring, etwa einen Zoll hoch und eben so weit im Durchmesser, und läßt aus dem von A aufgehobnen Deckel Funken darauf schlagen, wodurch die Stelle des Harzkuchens, die der Ring berührt, positiv wird. Nach jeder Operation verschiebt man den Ring ein wenig mit einem Federkiel, einer Stange Siegellack, oder einem andern Nicht-leiter so, daß er etwa in acht Operationen größtentheils über den ganzen Raum B geführt worden

ist, und nimmt ihn alsdann ab. Hierdurch wird nun B positiv, und der darauf gelegte, berührte und wieder abgenommene Deckel negativ. Also hat man beyde Elektricitäten in A und B neben einander; A macht den Deckel positiv, und B negativ. Mit dieser negativen Elektricität kan man nun A noch stärker negativ machen, indem man den messingnen Ring auf A setzt, und mit dem von B aufgehobnen Deckel einen Funken daraus ziehet. So kan man immerfort abwechseln, und dadurch beyde Elektricitäten bis zu einem beträchtlichen Grade verstärken.

Lichtenberg Magazin für das Neuste aus der Physik und Naturgeschichte, I. B. 2 St. S. 42. u. f.

**Elementarfeuer**, Ignis elementaris, *Feu elementaire.* Diesen Namen geben die Physiker einer von ihnen angenommenen feinen, flüssigen, sehr elastischen und alle Körper durchdringenden Materie, welche sie für die Ursache der Wärme halten. Nach den Theorien der Neuern ist dieses Elementarfeuer in den Körpern entweder gebunden, so daß es weder durchs Gefühl empfunden wird, noch eine am Thermometer zu bemerkende Wärme hervorbringt, sondern gleichsam einen bleibenden Bestandtheil der Körper auszumachen scheint; oder es ist frey, und erregt alsdann das Gefühl der Wärme, bringt das Thermometer zum Steigen, und vertheilt sich nach gewissen Verhältnissen durch die benachbarten Körper. In diesem letztern Zustande wird es auch freye oder empfindbare, fühlbare Wärme genannt, s. Feuer, Phlogiston, Verbrennung.

**Elemente, Urstoffe, Uranfänge der Körper,** Elementa, Principia prima corporum, *Elémens.* Den Namen der Elemente führen diejenigen Stoffe, die so einfach sind, daß alle Bemühungen der Kunst nicht zureichen, sie zu zersetzen oder zu verändern, die aber als Grundsubstanzen oder chymische Bestandtheile zu den Verbindungen anderer Körper kommen.

Aristoteles und mit ihm noch viele neuere Chymiker nehmen vier Elemente, Feuer, Wasser, Luft und

Erde an. Selbst Macquer sagt noch, daß man diese vier Stoffe als einfache Körper betrachten müsse, weil sie in allen Operationen der Chymie als solche wirkten, und die Erfahrung uns nicht belehre, daß sie zusammengesetzt seyen. In der That gehören auch ganz reine Erde und ganz reines Wasser gewiß zu den für uns und für die chymische Kunst unzerleglichen Grundstoffen. Auch dürfte nicht leicht Jemand das reine Elementarfeuer, wenn er anders von dem Daseyn desselben überzeugt ist, aus der Zahl der einfachen Grundstoffe ausschließen. Was aber die Luft betrift, so haben neuere Entdeckungen den Begrif, den man sich ehedem von ihr machte, sehr verändert. Man muß jetzt den Namen Luft, oder wenn man lieber will, Gas, als eine allgemeine Benennung vieler sehr wesentlich verschiedener Stoffe ansehen, welche nichts weiter, als Flüssigkeit, Elasticität und die Eigenschaft, durch die Kälte nicht verdichtet zu werden, mit einander gemein haben; die atmosphärische Luft, die man sonst zu den Elementen rechnete, ist keinesweges einfach, und wenn es eine einfache Elementarluft giebt, so ist uns doch von ihr und ihren Eigenschaften bis hieher noch sehr wenig bekannt.

Außerdem giebt es aber noch mehrere theils durch Erfahrungen bekannte, theils hypothetisch angenommene Stoffe, die für uns eben so unzerleglich und einfach, als die erwähnten aristotelischen Elemente, sind. Dahin gehören das Phlogiston, welches die Chymiker schon längst unter mancherley Namen als ein Element betrachtet haben, die Salze, die Lichtmaterie, die elektrische, magnetische Materie, der Aether u.s.f.; alles Stoffe, deren inneres Wesen noch nicht ergründet ist, unter denen aber mehrere auf den Namen der Elemente gewiß eben so viel Ansprüche, als Feuer, Wasser und Erde, machen können.

Ueberhaupt wird jeder Kenner der Naturlehre und Chymie gestehen, daß man die Lust, etwas von den Elementen zu sagen, immer mehr verliert, je weiter man in der Kenntniß dieser Wissenschaften fortschreitet. „Wenn „wir aufrichtig seyn wollen, sagt Herr Leonhardi bey „diesem Artikel im Macquer, so müssen wir gestehen,

„daß wir weder die Anzahl, noch die Namen der ächten Ele-
„mente auf eine ungezweifelte Art angeben können. Die-
„jenigen, die sie aus bloßen Vernunftschlüssen darthun wol-
„len, oder sich und Andere überreden, sie könnten Zahl und
„Art derselben bestimmen, mögen zusehen, wie sie die Sache
„beweisen, und ob sie nicht durch ein solches Vorgeben dem
„Ansehen und Wachsthum der Chymie mehr hinderlich als
„beförderlich sind. Diejenigen aber, welche sie aus Er-
„fahrungen zu kennen vorgeben, mögen erwägen, ob nicht
„andere eben so unzerlegbare Substanzen, als die, die sie
„Elemente nennen, diesen Namen mit gleichem Rechte ver-
„dienen."

**Elemente der Bahn**, Elementa orbitae, *Elémens d' une Planete.* Diejenigen aus den Beobachtungen eines Planeten oder Kometen gezognen Data, welche seinen Lauf vollkommen bestimmen, und aus welchen sich also alle Fragen über seinen Stand in jedem vergangenen oder zukünftigen Zeitpunkte beantworten lassen.

Diese Elemente sind, was die Längen der Planeten betrift, folgende vier: 1) die Eccentricität der Bahn, s. Eccentricität, 2) der Ort der Sonnenferne, s. Sonnenferne, 3) die Epoche des mittlern Orts, d. i. der mittlere heliocentrische Ort des Planeten für einen gewissen bestimmten Augenblick, z. B. für den Mittag des ersten Jänners 1770, 4) die mittlere Geschwindigkeit des Planeten, z. B. um wie viel sich sein mittlerer Ort in einer Stunde, einem Tage u. s. w. ändere, welches man findet, wenn man 360° durch die Anzahl der Stunden, Tage ꝛc. seiner Umlaufszeit dividirt. Sind diese vier Stücke genau bekannt, so kan man aus dem Unterschiede zwischen der Epoche und der gegebnen Zeit, vermittelst der mittlern Geschwindigkeit leicht finden, um wie viel sich in dieser Zwischenzeit der mittlere Ort verändert habe, und wohin er also für die gegebne Zeit falle; dies mit dem Orte der Sonnenferne verglichen, giebt des Planeten mittlere Anomalie, aus welcher sich vermittelst der Eccentricität durch das Keplerische Problem die wahre Anomalie, und also

der heliocentrische Ort oder die heliocentrische Länge für die gegebne Zeit finden läßt, s. Anomalie.

Was die Breiten betrift, kommen noch folgende beyde Elemente hinzu: 5) die Lage der Knotenlinie, s. Knoten, 6) die Neigung der Bahn, oder der Winkel, den sie mit der Erdbahn macht. Durch diese beyden Data findet sich, wenn der heliocentrische Ort bekannt ist, die heliocentrische Breite für jede gegebne Zeit, durch trigonometrische Rechnung.

Die für jeden Planeten insbesondere ausgearbeiteten astronomischen Tafeln erleichtern diese Berechnungen, welche sonst äußerst mühsam seyn würden. Diese Tafeln gründen sich auf die aus den Beobachtungen gezognen Bestimmungen der Elemente. Weil aber alle Beobachtungen unvermeidlichen Unvollkommenheiten ausgesetzt sind, so bedarf es von Zeit zu Zeit neuer Vergleichungen der Tafeln mit dem Himmel, um die Bestimmungen der Elemente immer mehr zu berichtigen, und so die Genauigkeit der Tafeln immer höher zu treiben.

Die neusten Bestimmungen der Elemente der Planetenbahnen werde ich bey dem Worte: Weltsystem, angeben.

Bey den Kometen kan man mehrentheils nur das Stück ihrer Laufbahn, welches in die Nähe der Erde und der Sonne fällt, betrachten, und muß dasselbe als ein Stück einer Parabel ansehen. Hiebey kommen folgende Elemente vor: 1) der Ort der Sonnennähe, 2) der Zeitpunkt des Durchgangs durch die Sonnennähe, 3) der Abstand des Kometen von der Sonne in der Sonnennähe, 4) die Lage der Knotenlinie, 5) die Neigung der Bahn, 6) die Richtung des Laufs, ob er nemlich, wie bey den Planeten, der Ordnung der Zeichen des Thierkreises folge, oder derselben entgegengehe.

Hat man die Elemente eines Kometen aus den Beobachtungen seines Laufs bestimmt, und findet nach mehreren Jahren einen neuen Kometen, aus dessen Laufe eben dieselben Elemente folgen, so muß man schließen, daß dieser neue kein anderer, als der wiedererscheinende vorige sey,

weil man nicht annehmen kan, daß sich zween Weltkörper in einer und ebenderselben Bahn bewegen. Auf diese Art hat schon Halley geschlossen, daß der Komet der Jahre 1531, 1607, 1682 nur ein einziger aller 75—76 Jahre wiederkehrender sey, weil er dreymal mit ebendenselben nur wenig veränderten Elementen wiedererschienen war. Er ist auch in der That im Jahre 1759 fast mit denselben Elementen nochmals wiedererschienen, s. Komet.

**Elongation, Ausweichung,** Elongatio, *Elongation.* Der Winkel, unter welchem uns ein Planet von der Sonne abzustehen scheint. So ist die Elongation des Monds von der Sonne im ersten Viertel 90° östlich, im letzten 90° westlich. Venus und Merkur entfernen sich von der Sonne nie über eine gewisse Weite; so steigt die Elongation der Venus nie über 47° 48′; die des Merkurs nie über 28° 31′.

**Emanationen,** s. Ausflüsse.

**Emanationssystem,** Emissionssystem, Systema emanationis s. emissionis, *Systeme d' emanation, ou d' emission.* Diesen Namen führt Newtons Hypothese über die Natur des Lichts, wenn man anders einem Gedanken dieses großen Weltweisen, den er blos in einer seiner Fragen vorgetragen hat, den Namen einer Hypothese oder eines Systems geben darf. Newton ist eigentlich in seiner Optik blos mit der Untersuchung der Erscheinungen und Gesetze des Lichts beschäftiget, ohne über die Natur desselben entscheiden zu wollen. Blos in den beygefügten Fragen sucht er zuerst die Hypothesen derjenigen unwahrscheinlich zu machen, welche die Phänomene des Lichts entweder aus Modificationen der Stralen, oder aus Druck und Fortpflanzung einer Bewegung durch ein flüßiges Mittel erklären; dann fragt er, ob nicht vielleicht die Lichtstralen kleine Theilchen seyn möchten, welche aus den leuchtenden Körpern ausgiengen, und durch die zwischen dem Lichte und den übrigen Körpern statt findende Anziehung gebrochen würden, u.s.w. Da man übrigens

deutlich sieht, daß Newton diese Erklärung der physikalischen Beschaffenheit des Lichts für die wahrscheinlichste gehalten habe, so kan man es zulassen, sie als sein System anzusehen, welches von dem Ausfließen oder Ausströmen des Lichts aus den leuchtenden Körpern die angeführten Namen erhalten hat. Die vornehmsten Gründe, welche man dem Emanationssystem entgegensetzen kan, hat **Euler** (Nova theoria lucis et colorum in Opusc. varii argumenti, Berol. 1746. 4. p. 171 — 182) vorgetragen. Man s. auch die Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände der Physik und Philosophie, Th. I. 24. Brief, und in diesem Wörterbuche den Artikel: **Licht.**

**Entfernung, wahre, Abstand**, Distantia, *Distance.* Die kürzeste Linie, welche zwischen zween Gegenständen gezogen werden kan. So wird die Entfernung zweener Punkte von einander durch die gerade Linie zwischen beyden, die Entfernung eines Punkts von einer Linie durch den Perpendikel angegeben, der sich von jenem auf diese fällen läßt.

In der Physik, wo die Rede von Körpern ist, nimmt man, wenn Entfernungen zu bestimmen sind, an oder in diesen Körpern gewisse Punkte von bekannter Lage an, z. B. bey kugelförmigen Körpern ihre Mittelpunkte. So heißt Entfernung der Erde von der Sonne die gerade Linie zwischen den Mittelpunkten dieser Weltkörper.

Auf der Erdkugel, die man hiebey als eine völlige Kugel betrachtet, wird die Entfernung der Orte, dieser Gestalt wegen, nicht für die gerade Linie, sondern für den zwischen beyden enthaltenen Bogen eines größten Kreises angenommen.

Die Mittel, Entfernungen zu messen, lehrt die Geometrie, auch für solche Fälle, wo man zu den Punkten selbst nicht kommen kan. Die Anwendungen dieser Mittel auf physikalische Gegenstände, besonders auf die Entfernungen der Weltkörper und entlegner Orte auf der Erdfläche, gehören unter diejenigen Erfindungen, welche dem menschlichen Verstande vorzüglich zur Ehre gereichen.

Durch sie lassen sich mit ziemlicher Genauigkeit Größen bestimmen, deren Ausmessung dem Unerfahrnen weit über die Grenzen der menschlichen Erkenntniß hinaus zu liegen scheint. Dennoch fühlt auch hiebey der Mensch die Schranken, welche der Schöpfer seinen Kenntnissen gesetzt hat, sehr lebhaft. Schon auf der Erdkugel lassen sich große Entfernungen nicht anders, als mit einiger Ungewißheit, bestimmen; und im Weltgebäude können wir zwar die Abstände der zu unserm Sonnensystem gehörigen Weltkörper mit erträglicher Genauigkeit bestimmen; für die Fixsterne aber verschwinden alle Mittel, ihre Abstände von uns und unter einander selbst zu entdecken, und die Entfernungen dieser Sonnen sind für uns, in buchstäblichem Verstande des Worts, **unermeßlich.**

**Entfernung, scheinbare, scheinbarer Abstand**, Distantia apparens, *Distance apparente.* Aus dem unbestimmten Gebrauche der Worte: scheinbare Größe und scheinbare Entfernung, entspringen so viele Mißverständnisse, daß es gewiß nicht überflüßig seyn wird, hier die Bedeutungen des Ausdrucks: **scheinbare Entfernung**, umständlich aus einander zu setzen. Man spricht aber entweder von dem scheinbaren Abstande **zweener** Gegenstände, die beyde außer uns liegen, z. B. dem Abstande zweener Gestirne, von einander, u. dgl.; oder von der scheinbaren Entfernung **eines** Gegenstandes von uns selbst, oder von unserm Auge.

Unter dem **scheinbaren Abstande** zweener außer uns liegender Gegenstände S und T (Taf. VII. Fig. 129.) von einander, versteht man in der Optik den Winkel SOT, welchen die aus beyden kommenden Lichtstralen SO und TO am Auge O mit einander bilden; den optischen Winkel, unter welchem ihre wahre Entfernung, oder die Linie ST, ins Auge fällt. Man bleibt bey dieser Bedeutung des Worts blos bey dem stehen, was das Auge wirklich darstellt, ohne im Geringsten auf das zu sehen, was die Seele über diese Darstellung urtheilt. Die ins Auge kommenden Lichtstralen SO und TO machen es zwar dem Zuschauer

fühlbar, daß der Punkt S nach der Richtung OS, der Punkt T nach der Richtung OT vom Auge abliege; sie belehren ihn aber nicht darüber, wie weit jeder dieser Punkte vom Auge entfernt sey: denn der Lichtstral, der jetzt aus T kömmt, würde das Auge eben so rühren, und eben so auf dasselbe wirken, wenn er aus t käme; wir erhalten also aus der optischen Darstellung, oder aus dem bloßen Anblicke, keine Belehrung darüber, ob der Gegenstand in T oder t liege. Alles, was uns der Anblick unmittelbar zeigt, besteht blos darinn, daß die Richtung OS eine andere sey, als OT, und da der Unterschied beyder Richtungen den Winkel SOT ausmacht, so ist dieser Winkel das einzige, wovon uns der bloße Anblick der Gegenstände S und T, in Absicht auf ihre Lage gegen einander, Nachricht geben kan, wenn wir alle aus andern Umständen gezognen Urtheile der Seele über diesen Anblick bey Seite setzen.

So heißt in der Sternkunde scheinbarer Abstand zweener Gestirne oder Punkte des Himmels der Winkel, welchen die nach beyden gezognen Linien am Auge mit einander machen: oder der zwischen beyden Punkten enthaltene Bogen eines größten Kreises der Himmelskugel, welcher das Maaß des genannten Winkels ist. Diese Bogen oder Winkel werden durch die astronomischen Werkzeuge, wie Winkel in der Geometrie, gemessen.

Wir üben uns aber von Jugend auf, durch Vergleichung des Gesichts mit dem Gefühl, und durch andere Mittel, aus dem, was uns das Auge darstellt, Urtheile über die wahren und eigentlichen Lagen der Gegenstände zu fällen. Durch diese Uebung erlangen wir eine Fertigkeit in dergleichen Urtheilen, welche in den gewöhnlichen Fällen, und bey Gegenständen, die sich nahe um uns her befinden, fast immer richtig genug sind. Diese Urtheile fällen wir nun, so oft wir Dinge sehen, ohne uns ihrer mit Deutlichkeit bewußt zu seyn, und sie verweben sich so innig mit dem Sehen selbst, daß wir die reine optische Darstellung nicht mehr von dem über sie gefällten Urtheile unterscheiden, und das zu sehen glauben, was wir in der That doch blos aus dem Gesehenen schließen. Weil nun in

ungewöhnlichen Fällen diese Urtheile, die wir nach den Regeln der gewöhnlichen Fälle abfassen, unmöglich richtig seyn können, so schließen wir alsdann falsch, ob wir gleich richtig sehen, s. Gesichtsbetrug.

So werden wir selten zween Gegenstände erblicken, ohne zugleich mit dem Anblicke selbst ein Urtheil über ihren wahren Abstand von einander zu fällen. Die Größe, welche wir diesem Urtheile gemäß ihrem wahren Abstande zuschreiben, heißt ebenfalls **scheinbarer Abstand**, aber in einer ganz andern Bedeutung des Worts. Hiebey kömmt es außer dem optischen Winkel zugleich auf mehrere Umstände an, welche die Seele bey der Beurtheilung des Gesehenen zu Hülfe nimmt.

Um beyde Bedeutungen dieses Worts durch ein Beyspiel zu erläutern, stelle man sich unter den Gegenständen S und T zween in weiter Entfernung gesehene Kirchthürme vor. Der Winkel SOT sey sehr klein, z. B. 15 Minuten. Findet nun der Zuschauer in allem dem, was er sieht, nichts, woraus er schließen könnte, T sey weiter von ihm entfernt, als S, so wird er ganz natürlich beyde für gleich weit halten, und schließen, daß sie zu einerley Dorfe gehören, oder auf einer und ebenderselben Kirche stehen, ob sie gleich in der That sehr weit von einander liegen. Der **scheinbare Abstand** beyder Thürme ist in der ersten Bedeutung des Worts 15 Minuten, in der zweyten vielleicht wenige Ellen. Man sieht hieraus bald, daß im ersten Falle etwas Bestimmtes, im zweyten etwas Ungewisses ausgedrükt wird, das von Urtheilen abhängt, die bald so, bald anders, bald richtig, bald falsch ausfallen.

Den Hauptgegenstand dieses Artikels aber macht dasjenige aus, was mit dem Namen der scheinbaren Entfernung eines Gegenstands von uns selbst, oder von unserm Auge belegt zu werden pflegt. Wir sind so sehr gewöhnt, das Sehen mit Urtheilen zu begleiten, daß wir nicht leicht einen Gegenstand erblicken werden, ohne ihn in eine gewisse Entfernung von unserm Auge zu setzen, d. h. ohne ein Urtheil über seinen Abstand von uns zu fällen, obgleich der von ihm ins Auge kommende Lichtstral uns gar

keine Belehrung über diese Entfernung geben kan. Hiebey läßt sich auch an keinen optischen Winkel denken, weil die Rede nur von einem einzigen Gegenstande ist, und es kömmt also diese scheinbare Entfernung lediglich auf Urtheil oder Schätzung an.

Der von Cheselden am Stahr operirte Blindgebohrne (Philos. Trans. no. 402. und Smith's Lehrbegrif der Optik, durch Kästner S. 40.) wußte beym ersten Sehen so wenig von den Entfernungen zu urtheilen, daß er sich einbildete, alle Sachen, die er sähe, berührten seine Augen, wie das, was er fühlte, seine Haut. Man sieht hieraus, daß der Mensch sehen lernen, oder vielmehr über das Gesehene urtheilen lernen müsse, indem er die Empfindungen des Gesichts mit denen des Gefühls vergleicht, und so erst durch fortgesetzte Erfahrungen in Stand gesetzt wird, aus dem Anblicke der Dinge auf ihre Stellen, Gestalten, Größen, Entfernungen u. s. w. zu schließen. Wir lernen dies in den ersten Jahren der Kindheit und frühsten Jugend, fast eben so, wie die Sprache; denn das Auge stellt uns die Dinge nicht durch Bilder dar, die mit ihnen wesentliche Aehnlichkeit oder Identität haben, sondern es giebt uns Zeichen, deren Bedeutungen wir erst durch Erfahrung und Gewohnheit kennen lernen. Durch diese Uebungen entsteht in uns auf Lebenszeit eine Fertigkeit, welche man das Augenmaaß nennt, vermöge welcher wir nach gewissen Regeln und aus mancherley zusammengenommenen Umständen, von dem, was wir sehen, sehr schnell auf die Stellen, Größen und Entfernungen der Dinge schließen.

Demnach ist **scheinbare Entfernung** einer Sache von uns, in sofern wir solche durch das Gesicht zu empfinden glauben, nichts anders, als die Vorstellung einer wirklichen Entfernung, die in uns vermöge des Augenmaaßes, nach gewissen gewohnten Regeln, aus mancherley zusammengenommenen Umständen entsteht.

Wir sind uns dieser Umstände, welche in das Urtheil über die Entfernung der Dinge von uns Einfluß haben, selten deutlich bewußt. Es ist auch gewiß, daß bey dieser

Schätzung der Entfernungen ein Mensch mehr auf diesen, ein andrer mehr auf jenen Umstand sieht, und überhaupt nicht alle auf einerley Art und nach einerley Regeln urtheilen. Weil nun die Vorstellung der Entfernung Einfluß auf die Vorstellung der Größe hat, so entsteht daher die ungemeine Verschiedenheit der Urtheile, welche die Menschen dem Augenmaaße nach über die Größen entfernter Dinge fällen, s. **Größe, scheinbare.**

Ich werde nun noch die Umstände, durch welche das Urtheil der Seele über die Entfernungen bestimmt wird, so viel möglich, aufzählen, und die Meynungen der Optiker über die Mittel, Entfernungen zu schätzen, vortragen.

**Kepler** (Paralip. ad Vitell. p. 62.) äußert schon den sehr richtigen Gedanken, die Entfernung der beyden Augen von einander sey gleichsam die Grundlinie, deren man sich zu Messung mittelmäßiger Entfernungen bediene. Wer nemlich einen Gegenstand betrachtet, richtet die Axen beyder Augen auf denselben, und es ist klar, daß er hiebey die Augen mehr einwärts wenden und mehr zusammenlenken muß, wenn der Gegenstand näher, als wenn er entfernter ist. Die Erfahrung hat uns gelehrt, wie weit wir nach einem Gegenstande die Hand auszustrecken oder zu gehen haben, wenn, um ihn genau zu betrachten, diese oder jene bestimmte Zusammenlenkung der Augenaxen nöthig ist. Dies trägt allerdings etwas zu dem Urtheile über geringe Entfernungen bey: für größere aber ändert sich die Richtung der Augenaxen zu wenig, wenn sich gleich die Entfernung sehr stark ändert, und es kan also hieraus nichts mehr geschlossen werden.

Um aber zu erklären, wie man auch mit einem Auge Entfernungen schätzen könne, setzt **Kepler** (ebend. p. 63. 65. 66.) hinzu, ein Auge lerne diese Art zu messen von beyden Augen, und so nehme man bey verhältnißmäßig kleinern Entfernungen die Breite des Augensterns zur Grundlinie an. Seine Meynung scheint nemlich diese zu seyn, daß der Ort, in welchen man einen Punkt setzt, dahin falle, wo sich die in beyde Augen kommenden Lichtstralen durchschneiden, und bey einem Auge dahin, wo sich die

auf den Augenstern fallenden Stralen schneiden (in verticem coni luminosi), welche Aeußerung Keplers bereits bey dem Worte: **Bild**, angeführt worden ist. Er setzt noch hinzu, daß der stärkere oder schwächere Grad des Lichts die Schätzung der Entfernungen befördern helfe.

**Descartes** (Dioptr. p. 68. 69. und De homine, p. 66—71) erläutert die natürliche Methode, die Lage und Entfernung der Gegenstände durch die Richtung der Augenaxen zu beurtheilen, durch eine Vergleichung mit der Art, wie ein Blinder von der Entfernung einer Sache vermittelst zweener Stäbe, selbst von unbekannter Länge, urtheilet, wenn er diese Stäbe in beyden Händen hält. Er setzt hinzu, bey veränderter Entfernung des betrachteten Gegenstands, ändere sich die Figur der Krystallinse, vielleicht auch des ganzen Auges, und damit zugleich eines Theiles vom Gehirn, wodurch die Seele die Entfernungen zu schätzen wisse. Aber, sagt er, die Methoden, von den Entfernungen zu urtheilen, sind unsicher und in enge Grenzen eingeschränkt; die Veränderung in der Figur des Auges dienet nur in Weiten von 3—4 Fuß, und die Richtung der Augenaxen hilft in Entfernungen über 20 Fuß auch nicht mehr. Weil bey großen Entfernungen der Winkel der Augenaxen sich nicht mehr merklich verändere, so könne man sich keine Entfernungen über 100—200 Fuß vorstellen.

**Smith** hat sich im Lehrbegriffe der Optik (der deutschen Ausgabe, S. 45 u. f.) bemüht, das Urtheil über die Entfernungen der Dinge lediglich von ihrer scheinbaren Größe herzuleiten, worunter er hier den Sehewinkel versteht, s. **Größe, scheinbare.** „Da uns die Erfahrung „gelehrt hat, sagt er, daß gewisse scheinbare Größen eines „bekannten Körpers beständig mit gewissen Entfernungen „verbunden sind, so erreget die Empfindung der Größe ei„nes Körpers alsobald die Vorstellung seines Abstandes.— „Die Begriffe veränderlicher Entfernungen müssen durch „gewisse veränderliche Empfindungen erregt werden.— „Indem sich aber die wirkliche Entfernung einer Sache „verändert, so verändert sich im Bilde nichts, als dessen

„Größe; denn Gestalt, Farbe, Helligkeit und Deutlich„keit bleiben in den meisten Fällen fast einerley." Nach dieser Theorie müßte die scheinbare Entfernung in eben dem Verhältnisse zunehmen, in welchem die scheinbare Größe abnimmt, und umgekehrt.

Es ist aber eine ganz falsche Behauptung, daß man von der Entfernung der Dinge blos nach dem Sehewinkel urtheile. Sie widerspricht der Erfahrung in den gemeinsten Fällen. Wenn das Auge etwas durch ein Mikroskop betrachtet, wobey der Sehewinkel ungemein vergrößert wird, so sollte nach dieser Theorie die Entfernung der Sache vom Auge in eben dem Maaße verkleinert scheinen, welches doch gar nicht geschieht. Es ist auch bekannt, daß durch ein Hohlglas alles kleiner und zugleich näher erscheint, als dem bloßen Auge: statt daß nach Smith aus der Verkleinerung ein größerer scheinbarer Abstand erfolgen sollte. Wenn man ein auf beyden Seiten erhabnes Glas so gegen eine Lichtflamme hält, daß diese sich darinn spiegelt, so erblickt man zwo Bilder, ein aufrechtes, das von der Vorderfläche des Glases zurückgeworfen wird, und ein umgekehrtes von der Hinterfläche. Wird das Glas ein wenig vom Lichte entfernt, so wird das umgekehrte Bild kleiner, als das andere, werden aber dennoch näher scheinen, welches offenbar gegen Smiths Behauptung streitet.

Vielmehr verbinden sich bey dem Urtheile über die Entfernungen mehrere Umstände mit einander. De la Hire (Accidens de la vue, in den Mém. de Paris 1694.) hat dies schon bemerkt, und fünf Stücke angegeben, auf welche dieses Urtheil sich gründe, die scheinbare Größe, die Helligkeit der Farbe, die Richtung beyder Augenaxen, die Parallaxe oder veränderte Lage der Gegenstände bey bewegtem Auge, und die Deutlichkeit der kleinen Theile. Die Maler, sagt er, haben nur die beyden ersten Stücken in ihrer Gewalt, bey den Theaterverzierungen aber, wo Theile des Gemäldes wirklich in verschiedene Entfernungen vom Auge gestellt werden, können sie sich die vier ersten zu Nutze machen. Daher ist die Täuschung bey dergleichen Decorationen sehr lebhaft.

Am deutlichsten sind die Umstände, welche sich in das Urtheil der Seele über die Entfernungen einmischen, von D. Porterfield (Treatise on the eye, Edinburg 1759. II. Vol. 8. im Vol. II. p. 387. u. f.) aus einander gesetzt worden. Priestley giebt in der Geschichte der Optik einen Auszug aus Porterfields Bemerkungen, von welchem ich hier das Vornehmste mittheilen will.

Das erste Mittel, dessen sich die Seele bedienet, die Entfernung einer Sache zu schätzen, ist nach ihm die Einrichtung, welche das Auge annehmen muß, um auf verschiedene Entfernungen deutlich zu sehen. Diese Einrichtung bestehe nun, worinn sie wolle, s. Auge, so scheint es doch, daß die Seele sich der dazu nöthigen Bemühungen bewußt, und dadurch im Stande ist, selbst mit einem Auge allein Entfernungen zu schätzen. Dieses Mittel findet aber nur für geringe Entfernungen statt, die innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens liegen, obgleich selbst über diese Grenzen hinaus der Grad der Deutlichkeit, den man bey der stärksten Anstrengung des Auges erreichen kan, vielleicht noch ein Mittel abgiebt, die Entfernung des Gegenstands zu beurtheilen. Wird aber endlich die Entfernung so groß, daß die Größe des Augensterns dagegen nicht mehr in Vergleichung kömmt, so wird man alle auf das Auge fallende Stralen als parallel ansehen können, und die Deutlichkeit des gesehenen Bildes wird sich nicht mehr ändern, so stark auch die Entfernung weiterfort zunehmen mag.

Ein zweytes und allgemeineres Mittel giebt der Winkel der beyden Augenaxen. Die Augen sind gleichsam zween Standpunkte, aus welchen man die Entfernung aufnimmt darum fehlen Einäugige so oft, wenn sie Getränk in ein Glas gießen, eine Nadel einfädeln wollen u. dgl. Man hänge einen Ring an einem Faden auf, stelle sich 2—3 Schritte davon mit dem Gesichte gegen die schmale Fläche desselben gekehrt, und versuche mit einem am Ende gekrümmten Stabe durch die Oeffnung des Rings zu fahren. Sind beyde Augen offen, so wird dies leicht seyn; schließt man aber das eine, so wird man selten treffen. Uebrigens hilft dieses Mittel auch nur bis auf Weiten, gegen welche

die Standlinie, oder der Abstand beyder Augen noch in Vergleichung kömmt, etwa bis 120 Fuß.

Das dritte Hülfsmittel besteht in der scheinbaren Größe der Gegenstände. Smith nahm es für das einzige an. Von der scheinbaren Größe aber schließen wir auf die Entfernung nur in dem Falle, wenn uns die wahre Größe der Sache aus Erfahrung bekannt ist; denn sonst läßt sich von einem aufs andere gar kein Schluß machen. Daher können wir aus den scheinbaren Größen der Sonne, des Monds und der Sterne beym bloßen Anblicke nichts über ihre Entfernung schließen; weil uns der Begrif ihrer wahren Größe fehlt, scheinen sie uns gleich weit entfernt. Irdische Gegenstände von ungewöhnlicher Größe, z. B. hohe Berge, scheinen uns immer näher, als sie wirklich sind, weil wir ihre wahre Größe zu klein schätzen, und ihnen daher wegen des großen Sehewinkels eine zu geringe Entfernung zuschreiben.

Als das vierte Hülfsmittel, Entfernungen zu schätzen, giebt Porterfield die Helligkeit und Lebhaftigkeit der Farben an. Wenn wir wissen, daß zween Gegenstände einerley Farbe haben, und uns doch einer derselben heller und lebhafter, als der andere, erscheint, so werden wir die hellere Farbe für die nähere halten. Man darf hiebey nicht auf diejenige Schwächung des Lichts und der Farben sehen, welche aus der Divergenz der Lichtstralen entsteht, und sich nach dem Quadrate der Entfernung richtet; denn, obgleich das Licht in der doppelten Entfernung viermal schwächer wird, so wird doch auch zugleich das Bild des Gegenstandes im Auge viermal kleiner, und die Farbenstralen vereinigen sich in einen viermal kleinern Platz auf der Netzhaut: da es nun hiebey blos auf die Wirkung des Lichts ins Auge ankömmt, so wird dadurch die gedachte Schwächung des Lichts völlig wieder aufgehoben. Man hat also blos diejenige Schwächung des Lichts zu betrachten, welche durch den Verlust beym Durchgange durch die Luft verursachet wird. Je weiter die Gegenstände von uns ab liegen, desto blässer sehen sie aus, und desto mehr nehmen sie von der blauen Farbe an, welche der Luft in großen Massen eigen

ist. Daher scheinen uns helle Körper unter gleichen Umständen näher, als dunkle. Ein Zimmer scheint kleiner, wenn die Wände frisch geweißet, und die Berge scheinen näher, wenn sie mit Schnee bedeckt sind. Aus eben dem Grunde scheinen bey neblichtem Wetter die Gegenstände entfernter, als bey hellem u. s. w. Hierauf gründet sich auch die Luftperspectiv der Maler.

Das fünfte Hülfsmittel besteht in dem verschiedenen Ansehen der kleinen Theile der Gegenstände. Erscheinen diese deutlich, so halten wir die Sache für nahe; sehen wir sie aber undeutlich oder gar nicht, so schätzen wir die Entfernung größer. Denn die kleinen Theile der Gegenstände werden unter desto kleinern Winkeln gesehen, je weiter sie von uns ab liegen, und bey großen Entfernungen werden diese Winkel so klein, daß sie gar nicht mehr, oder doch nur sehr undeutlich, wahrgenommen werden.

Das sechste und letzte endlich liegt darinn, daß man nicht eine Sache allein, sondern auch alle umliegende zugleich mit betrachtet. Sehen wir z. B. einen entlegnen Kirchthurm, so erblicken wir gewöhnlich mehrere Felder, Gebäude rc. zwischen demselben und uns, deren Entfernungen wir schätzen. Dies veranlasset natürlich das Urtheil, daß des Thurms Entfernung noch größer, als die geschätzte Entfernung der Felder rc. sey. Porterfield vergleicht diese Art, Entfernungen zu bemerken, sehr richtig mit der Vorstellung, die wir uns von der seit einer gewissen Epoche unsers Lebens verflossenen Zeit machen. Wir urtheilen nemlich, daß seit dieser Epoche eine lange Zeit verflossen sey, wenn wir uns seit derselben vieler Gedanken und Handlungen, auch nur dunkel, erinnern; und wie diese dunkle Erinnerung eigentlich mit der Vorstellung einer langen Zeit ganz einerley ist, so ist die dunkle Vorstellung vieler zwischenliegenden Dinge mit dem Begrif einer großen Entfernung einerley.

Je mehr der Zwischenraum von dem Auge bis an den Gegenstand in kleine sich von einander unterscheidende Theile abgetheilt ist, desto größer wird er uns vorkommen. Darum scheinen Entfernungen auf ebnen Flächen größer,

als auf unebnen, wo die Hügel einen Theil der zwischenliegen den Dinge verdecken. Darum kömmt es uns auch vor, als ob das scheinbare blaue Gewölbe des Himmels gegen den Horizont hin weit entfernter, gegen den Scheitelpunkt zu weit näher läge; weil wir gewohnt sind, gegen den Horizont hin zwischen uns und dem Himmel sehr viele, gegen das Zenith zu aber gar keine Gegenstände zu sehen. Diese Vorstellung der größern Entfernung des Horizonts bleibt uns noch immer gegenwärtig, wenn uns gleich die Aussicht auf die zwischenliegenden Dinge durch ein Gebäude u. dgl. abgeschnitten ist. Wir wissen einmal, daß nach dieser Seite hin eine Menge Gegenstände da sind, die wir sehen würden, wenn kein Hinderniß im Wege stünde. Die dunkle Vorstellung hievon, an die wir von Jugend auf gewöhnt sind, mischt sich in das Urtheil über die Entfernung ein, oder macht vielmehr in diesem Falle selbst die Vorstellung einer größern Entfernung aus.

Dies macht, daß uns der Himmel nicht als eine Halbkugel, sondern als ein Gewölbe von einer ganz eignen Krümmung erscheint. Smith hat durch ein Mittel aus mehrern Beobachtungen gefunden, daß die scheinbare Entfernung des Horizonts 3—4mal größer sey, als die des Scheitelpunkts. Herr Folkes, dem Smith diese Bemerkung mittheilte, erinnerte dabey, daß ihm der Himmel oft die Krümmung einer Muschellinie zu haben geschienen hätte, worinn ihm Smith auch Beyfall giebt. Lambert (Anmerk. und Zusätze zur prakt. Geometr. §. 60—78, in den Beyträgen zum Gebrauch der Math. I. Band) stellt Untersuchungen über die Punkte des Himmels an, welche gerade über bestimmten Punkten der Erde zu liegen scheinen, und findet Resultate, die auf etwas ähnliches zu führen scheinen.

Aus eben den Gründen müssen uns auch alle übrige Gegenstände, unter gleichen Umständen, entfernter scheinen, wenn sie in der Ebne gegen den Horizont zu, als wenn sie in der Höhe, oder auch von einer Höhe, z. B. von einem Thurme herab, gesehen werden.

So mannigfaltig sind die Umstände, auf welche sich das Urtheil über die Entfernungen der Gegenstände gründet. Vielleicht ließen sich sogar noch mehrere hinzusetzen. So führt Herr Klügel in Priestley's Geschichte der Optik an, daß wir hiebey auch die scheinbare Lage der Linien, welche durch die obere und untere Grenze der Sache gehen, sowohl gegen einander, als gegen uns selbst, zu Hülfe nehmen, weil wir aus Erfahrung wissen, wie diese Linien sich darzustellen pflegen. Es kan auch nicht fehlen, daß nicht ein Mensch sich mehr auf diesen, ein anderer mehr auf jenen Umstand zu merken gewöhnen sollte, daher denn die Urtheile mehrerer Personen über die scheinbaren Entfernungen der Dinge nothwendig verschieden ausfallen müssen. Was dies für beträchtliche Einflüsse auf die Schätzung der Größen, Gestalten, Richtungen rc. habe, wird bey den Worten: **Gesichtsbetrüge, Größe, scheinbare,** durch Beyspiele erläutert werden.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, an mehrern Stellen.

*Briſſon* Dict. raiſ. de phyſique, art. *Diſtance apparente.*

## Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte,

Distantia ab hypomochlio, *Distance d'une force.* So heißt in der Mechanik die Größe des aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie einer Kraft gefällten Perpendikels. Wenn z. B. am Hebel ACB (Taf. VII. Fig. 130.) die Kraft L nach der Richtung BL zieht, so heißt das aus dem Ruhepunkte C auf die Linie LBD gefällte Perpendikel CD, die **Entfernung der Kraft** L. Zieht die Kraft, wie K, am Hebel senkrecht, so ist der Arm des Hebels CA selbst dieses Perpendikel, und drückt die Entfernung der Kraft K vom Ruhepunkte aus.

Es ist ein allgemeiner Lehrsatz der Mechanik, daß Kräfte an Maschinen um so viel mehr vermögen, je stärker sie sind, und je größer ihre Entfernung vom Ruhepunkte ist.

**Entladung,** s. Leidner Flasche.

**Entzündbare Luft,** s. Gas, brennbares.

**Epakten,** Epactae, *Epactes.* So nennt man in der Chronologie diejenigen Zahlen, welche für ein jedes Jahr das Mondalter am Neujahrstage angeben, oder welche anzeigen, um wie viel Tage der letzte Neumond vor dem Anfange des Jahres vorhergegangen sey. Für das Jahr 1787 z. B. ist die Epakte XI, weil der letzte Neumond des Jahres 1786 auf den 20 December fällt, und also beym Anfange des neuen Jahres das Mondalter 11 Tage und einige Stunden beträgt. Fällt der Neumond auf den ersten Jänner selbst, wie 1786, so ist die Epakte für dasselbe Jahr 0, oder, wie es gemeiniglich bezeichnet wird, *.

Man pflegt in dem gregorianischen Kalender (s. Kalender) die Zahlen von XXX (welches hiebey mit 0 oder * einerley ist) bis I, in umgekehrter Ordnung neben die Tage des Jahres zu schreiben, so daß der erste Jänner *, der zweyte XXIX, der dritte XXVIII u. s. w. neben sich hat, und wenn man einmal durch ist, von neuem angefangen wird. Wenn die Zeit von einem Neumonde zum andern, der synodische Monat, genau 30 Tage betrüge, so würde man hiedurch den Vortheil erhalten, daß die Epakte jedes Jahres bey den Tagen seiner Neumonde zu stehen käme. Im Jahre 1786 z. B., wo die Epakte * ist, würden alle mit * bezeichnete Tage Neumondstage seyn.

Da aber die Dauer des synodischen Monats nicht 30 Tage, sondern 29 T. 12 St. 44 Min. beträgt (wofür man anfänglich 29½ Tag annehmen kan), so muß man bey diesem Nebenschreiben der Zahlen wechselsweise dem ersten Mondwechsel 30, dem zweyten 29 Tage u. s. f. beylegen. Man pflegt dies so zu thun, daß man beym zweyten, vierten, sechsten ꝛc. Mondwechsel, die Zahlen XXV und XXIV neben einerley Tag zusammenschreibt, wodurch denn diese Reihe von Tagen von 30 auf 29 herabgesetzt wird. So entsteht der immerwährende gregorianische Kalender mit den beygeschriebenen Epakten, wie man ihn in allen chronologischen Handbüchern findet. Der Gebrauch dieser beygeschriebenen Zahlen ist folgender. III beym 28 Januar, 26 Febr., 28 März, 26 Apr. u. s. w. bedeutet: In den

Jahren, da die Epakte III ist, fallen die Neumonde auf diese Tage.

Diesem Verfahren gemäß machen die zwölf Mondwechsel des Jahres $6 \times 30 + 6 \times 29 = 354$ Tage aus; das Jahr selbst also übertrift diese zwölf Mondwechsel um 11 Tage. Hieraus ist eine nothwendige Folge, daß in dem Jahre, welches die Epakte * hat, der letzte Neumond 11 Tage vor dem Ende des Jahres fallen, also die Epakte des folgenden Jahres XI seyn muß. Eben so erhellet, daß des dritten Jahres Epakte XXII, die des vierten XXXIII sey. Dies letztere heißt: Im Anfange des vierten Jahres ist der Mond 33 Tage alt. Weil aber am 30sten dieser 33 Tage wieder ein Neumond gewesen seyn muß, so beträgt dieses Alter seit dem letzten Neumonde nur 3 Tage, oder man muß, so oft die Epakte über XXX steigt, 30 von ihr abziehen. Eben dies erklärt auch, warum XXX selbst durch 0 oder * ausgedrückt werde. Wenn man so zur Epakte jedes Jahres 11 hinzusetzt, und so oft es angehet, 30 hinwegnimmt, so erhält man für jede 19 auf einander folgende Jahre nachstehende Tabelle:

| Zahl der Jahre | Epakte | Z. d. J. | Epakte | Z. d. J. | Epakte |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | * | 7 | VI | 13 | XII |
| 2 | XI | 8 | XVII | 14 | XXIII |
| 3 | XXII | 9 | XXVIII | 15 | IV |
| 4 | III | 10 | IX | 16 | XV |
| 5 | XIV | 11 | XX | 17 | XXVI |
| 6 | XXV | 12 | I | 18 | VII |
| | | | | 19 | XVIII |

Es findet sich am Ende dieser Tabelle, daß man, um von XVIII. der Epakte des letzten Jahres, auf * oder die Epakte des ersten Jahres unter den 19 folgenden, zu kommen, wenn man 11 addirt hat, nicht, wie sonst 30, sondern nur 29, abziehen müsse ($18 + 11 - 29 = 0$). Diese Abweichung von der Regel heißt der **Sprung der Epakte.** Um sich die Ursache desselben zu erklären, muß man bemerken, daß hiebey der metonianische Cykel, s. Cykel, zum Grunde liegt, nach welchem 19 Sonnen-

jahre 235 Mondwechseln gleich gesetzt werden. Nun machen 19 Jahre unsers Kalenders (vorausgesetzt, daß vier Schaltjahre darunter befindlich sind) 6939 Tage aus, da hingegen die 235 Mondwechsel (wofern in den 15 gemeinen Jahren 6 zu 30 und 6 zu 29 Tagen, in den 4 Schaltjahren aber 7 zu 30 und 5 zu 29 Tagen gerechnet, und darüber noch 7 Monate jeder zu 30 Tagen eingeschaltet werden sollten) 15.354 + 4.355 + 7.30 = 6940 Tage betragen würden. Dieser Unterschied von einem Tage (der eben auch statt findet, wenn 5 Schaltjahre in dem Cykel vorkommen) macht, daß man unter den 7 eingeschalteten Monaten einen nur zu 29 Tagen rechnen darf, oder, was eben so viel ist, daß man unter den sieben Subtractionen der Zahl 30, welche in der Tabelle wegen der sieben eingeschalteten Monate nach den Jahren 3, 6, 9, 11, 14, 17, 19 vorfallen, das Einemal statt 30 nur 29 abziehen darf, wenn man anders das angenommene Verhältniß des Sonnenjahrs zum Mondenmonate richtig in Acht nehmen will.

Man findet die Epakte eines jeden Jahres aus der **güldenen Zahl** desselben, von welcher man das Wort: **Cykel**, nachsehen kan. Die obige Tabelle zeigt für das jetzige und nächstkünftige Jahrhundert die Epakten der Jahre, welche 1, 2, 3 u. s. f. zur güldenen Zahl haben. Das Jahr 1787 z. B., dessen güldene Zahl 2 ist, hat zur Epakte XI, und seine Neumonde fallen daher auf diejenigen Tage, welche im gregorianischen Kalender mit XI bezeichnet sind, d. i. auf den 20 Jan., 18 Febr., 20 März u. s. f. Auch findet man die Epakte im Reste der Division, wenn man die um 1 verminderte güldne Zahl mit 11 multiplicirt, und das Product durch 30 theilet.

Man sieht aber leicht, daß diese Bestimmung der Neumonde nichts Genaues geben könnte, selbst wenn der metonianische Cykel vollkommen genau wäre. Da man hiebey nur auf volle Tage rechnet, auf die Stunden gar nicht sieht, noch weniger die Ungleichheiten des Mondlaufs in Betrachtung zieht, so können die so gefundenen Neumonde, welche man die **kirchlichen** nennt, unmöglich stets mit den wahren oder **astronomischen** Neumonden

übereinstimmen, welche letztern durch keine cykliſche Rechnung, sondern nur mit Hülfe der astronomischen Tafeln richtig gefunden werden können.

Der einzige Zweck der Einführung der Epakten war ehedem die Erleichterung der Berechnung des Osterfests, s. **Kalender**. Die evangelischen Reichsstände haben bey ihrer im Jahre 1700 gemachten Kalenderverbesserung die Epakten mit Recht verworfen, und zur Bestimmung des Ostervollmonds unmittelbar die astronomische Rechnung nach den Rudolphinischen Tafeln vorgeschrieben, daher die beweglichen Feste des verbesserten Kalenders in manchen Jahren von dem gregorianischen abweichen. Dagegen ist die Berechnung des Osterfests durch die Epakten fast bis zum Spielwerke erleichtert, und die jetzt beträchtlich vom Himmel abweichenden Rudolphinischen Tafeln geben mit weit größerer Arbeit auch keine sonderliche Genauigkeit mehr.

**Ephemeriden, astronomische Jahrbücher,** Ephemerides astronomicae, *Ephémerides.* Bücher, worinn für eines oder mehrere Jahre die täglichen Stellen der Gestirne und die Erscheinungen des Himmels für einen gewissen Ort der Erde, aus den astronomischen Tafeln berechnet, angegeben sind. Diese Ephemeriden dienen Kennern und Liebhabern der Sternkunde zu großer Bequemlichkeit. Sie zeigen die Himmelsbegebenheiten im voraus an, machen aufmerksam auf manche derselben, die man sonst übersehen hätte, enthalten Resultate, welche ohne sie sehr mühsam hätten berechnet werden müssen, und wenn ihre Angaben genau und aus guten Tafeln gezogen sind, so kan man sie in manchen Fällen sogar als wirkliche Beobachtungen gebrauchen.

Die Kunst, Ephemeriden zu verfertigen, soll nach **Cardan** (De rerum varietate, Lib. XII. c. 59.) mit dem Anfange des funfzehnten Jahrhunderts bekannt geworden seyn. **Purbach** und **Regiomontan** haben sich darum verdient gemacht. Der letztere hat nach **Weidlers** Nachricht (Hist. astron. XII. 18. wo sich W. wieder auf *Rami* Schol. mathem. L. II. p. 65. beruft) zuerst vollkommnere

Ephemeriden von 1475 bis 1506 herausgegeben. „Rex „Matthias, cui opus dicatum est, heißt es beym W., „auctorem donavit aureis octingentis. Opus ipsum a lit- „teratis tanto applausu susceptum, ut singula exempla „duodecim aureis venderentur, Hungaris, Italis, Gallis, „Britannis certatim coementibus." Auf diese folgten nachher des Stößler, Leovitius, Origanus, Keplers Ephemeriden, zum Theil für die Astrologie bestimmt. Unter den neuern, welche auf mehrere Jahre fortgehen, haben die von Manfredi zu Bologna angefangenen und von Zanotti fortgesetzten (*Eustachii Manfredi* ephemerides caelestium motuum e tab. Casini 1715 — 1725, Bononiae 1715. II. To. 4. ferner von 1725 — 1750, Bonon. 1725. 4. *Eustachii Zanotti* ephemerides cael. motuum 1751 — 1762, Bonon. 1750. 4. ferner von 1763 — 1773. Bon. 1761. 4. und 1774 — 1786, Bonon. 1773. 4.) den grösten Ruhm erlanget.

Unter denen, welche für jedes Jahr einzeln herauskommen, und eigentliche astronomische Kalender sind, hat das höchste Alter die Connoissance des tems, welche mit 1679 von Picard angefangen, und ununterbrochen von Lefevre, Lieutaud, Godin, Maraldi, de la Caille, de la Lande und Jeaurat bis jetzt fortgesetzt worden ist. Die sechs Jahre von 1762 bis 1767 führen durch Hrn. de Lande Veranstaltung den Titel: Connoissance des mouvemens célestes. Des P. Hell Wiener Ephemeriden (Ephemerides ad meridianum Viennensem) fiengen mit 1757 an, und sind mit schönen Abhandlungen begleitet. Der englische Schifferkalender (The nautical Almanac and astronomical Ephemeris) wird seit 1767 unter Herrn Maskelyne's Aufsicht berechnet. Das berliner astronomische Jahrbuch (Astronomisches Jahrbuch oder Ephemeriden der K. Preuss. Acad. d. W.), welches für unsere Gegenden sehr bequem war, fieng mit 1776 an, und zeichnete sich durch eine gute Einrichtung und beygefügte vortrefliche Abhandlungen aus. Es hörte aber mit 1782 auf, und Hr. Bode hat seitdem angefangen, es abgekürzter unter seinem Namen fortzusetzen (Astronomisches

Jahrbuch von *J. E. Bode*). Auch in Mayland sind unter der Besorgung des Abbe Cesaris Effemeridi astronomiche angefangen worden.

Unter den wohlfeilern zeichnet sich der vormals vom Professor Junius angefangene **leipziger verbesserte Calender** aus, welcher einem Liebhaber der Astronomie noch immer brauchbare Angaben und Nachrichten um einen äusserst geringen Preis liefert.

Kästner Anfangsgr. der angew. Math. Zweyte Abtheil. Gött. 1781. 8. Astron. §. 344 u. f.

**Epicykel,** Epicyclus, *Epicycle.* Ein Kreis, dessen Mittelpunkt in der Peripherie eines andern Kreises herumgeht. Man setze, der Körper P durchlaufe den Kreis Pp (Taf. VII. Fig. 131.), indem dieses Kreises Mittelpunkt C in der Peripherie eines andern Kreises um T, z. B. von C bis D fortgeht, so sagt man: die Bewegung des Körpers P geschehe in dem Epicykel Pp.

Die **ptolemäische** Hypothese vom Weltbau, welche bekanntlich die Erde in den Mittelpunkt T setzte, und die Planeten in Kreisen um dieselbe laufen ließ, erklärte die Ungleichheiten des Planetenlaufs durch solche Epicykeln. Es stelle z. B. der Kreis CDc die Bahn des Jupiters, Ss die Bahn der Sonne vor, welche beyde die Erde T zum Mittelpunkte haben. Nun ist bekannt, daß Jupiter, so wie alle obere Planeten, am schnellsten geht, wenn er bey der Sonne gesehen wird, dann immer langsamer wird, endlich gar **stillsteht** und **zurückgeht**, und daß dieses Zurückgehen den höchsten Grad seiner Geschwindigkeit erreicht, wenn er der Sonne gegenüber gesehen wird. Diese sonderbaren Erscheinungen würden sich auf keine Weise ungezwungen erklären lassen, wenn man annähme, daß sich Jupiter in der Bahn CDc selbst bewegte. Denn da solchergestalt seine Bewegung aus dem Mittelpunkte der Bahn T betrachtet würde, so müste sein Gang wirklich so seyn, wie er erschiene: er müste in der That bald geschwinder, bald langsamer, bald vorwärts nach CD, bald rückwärts nach DC gehen. Hievon ließe sich nun gar keine wahr-

wahrscheinliche Ursache angeben, noch weniger erklären, warum dies so genau von dem Stande gegen die Sonne abhienge.

Die Astronomen des Alterthums nahmen daher an, daß der Planet, z. B. Jupiter, durch die Kraft der Sonnenstralen in dem Epicykel PEpe herumgetrieben werde, dessen Mittelpunkt C sich inzwischen in der eigentlichen Bahn CDc (Circulus deferens) fortbewege. So sollte Jupiter den Epicykel PEpe alle Jahre einmal, der Punkt C aber die Bahn CDc ohngefähr in 12 Jahren durchlaufen. Sie stellten sich vor, die Sonne S, deren Bahn um die Erde Ss seyn mag, wirke auf den Planeten so, daß er in P sey, wenn die Sonne in S ist, in p, wenn sie in s ist u. s. f., damit die Linie TS der Linie CP stets parallel bleibe. Hieraus erklären sich nun die angeführten Erscheinungen ganz leicht. Stehen nemlich, wie in der Figur, S und P, von T aus gesehen, nach einerley Gegend des Himmels, so wird der Planet, indem die Sonne von S nach F geht, im Epicykel von P nach E verschoben, und zugleich der Punkt C und der Epicykel mit ihm von C gegen D zu fortbewegt. Beyde Bewegungen gehen hier von der Rechten zur Linken, verbinden sich also mit einander, und machen eine starke Bewegung nach dieser Richtung aus, d. h. der Planet geht sehr geschwind nach der Linken, wenn er bey der Sonne gesehen wird. Steht hingegen zu eben der Zeit die Sonne in s, und wird also der Planet, welcher dann in p stehen muß, von T aus der Sonne gegenüber gesehen, so wird er in der Zeit, da die Sonne von s nach f geht, in seinem Epicykel von p nach e geschoben, und obgleich indessen der Mittelpunkt C etwas gegen D fortrückt, so beträgt doch dies in eben der Zeit nur etwas weniges. Hier verbindet sich also eine starke rückwärtsgehende Bewegung mit einer geringen vorwärtsgehenden, und die Wirkung ist, daß der Ueberschuß der rückwärtsgehenden Bewegung gesehen wird, und also der Planet zurückzugehen scheint, wenn er der Sonne gegenüber steht.

Es ist nicht zu läugnen, daß auf diese Art, wenn man die Epicykeln von gehöriger Größe nimmt, die den

Alten bekannten Ungleichheiten des Planetenlaufs theorisch erklärt, ja sogar voraus berechnet werden können. Und hiemit beschäftiget sich vornehmlich das Almagest des Ptolemäus. Da selbst der Sonnenlauf ungleich ist, so ließ man auch die Sonne in einem Epicykel gehen, doch nach solchen Gesetzen, daß nie Rückgang erfolgte. Beym Monde aber nahmen schon die Alten so mannigfaltige und von einander verschiedene Ungleichheiten wahr, daß sie sich genöthigt sahen, auf den ersten Epicykel noch einen zweyten zu setzen. Wären ihre Werkzeuge so fein gewesen, als es die unsrigen sind, so würden sie gleich uns noch weit mehrere Ungleichheiten am Monde und den Planeten wahrgenommen haben. So wie wir den mittlern Ort des Monds durch 15 Gleichungen berichtigen, um den wahren daraus zu finden, so würden sie vielleicht eben so viele Epicykel über einander gesetzt, oder vielmehr eingesehen haben, daß die ganze Erfindung der Epicykel ein elendes und unzureichendes Flickwerk sey, welches man auch in neuern Zeiten bald gewahr worden ist, s. **Weltsystem.**

**Epoche,** Epocha, *Epoque.* Ein bestimmter Zeitpunkt, von welchem man die Jahre oder jede andere Zeit zu rechnen anfängt.

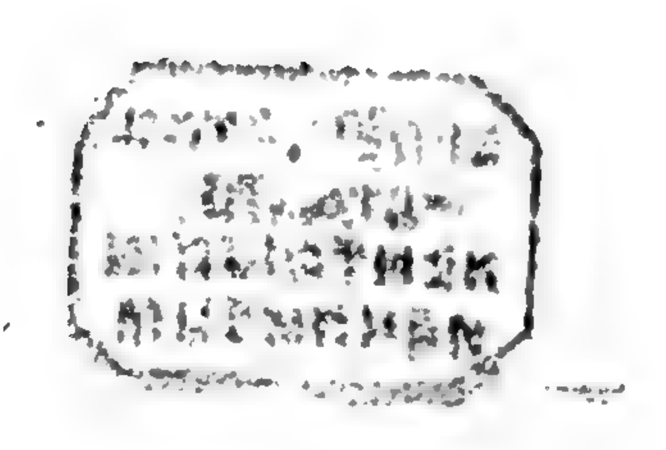
Die Völker haben bey ihren Zeitrechnungen gewöhnlich merkwürdige Begebenheiten ihrer Geschichte zu Epochen gewählt. So zählten die Römer ihre Jahre von der Erbauung Roms; wir zählen sie von dem angenommenen Jahre der Geburt Christi, die Türken von der Hegira oder Flucht Muhammeds. Diese verschiedenen Zeitrechnungen mit einander zu vergleichen, dient gleichsam als ein allgemeiner Maaßstab die julianische Periode, s. **Periode, julianische,** in deren 3961stes Jahr die Erbauung Roms, in das 4714te die Geburt Christi, und in das 5335ste die Flucht Muhammeds fällt.

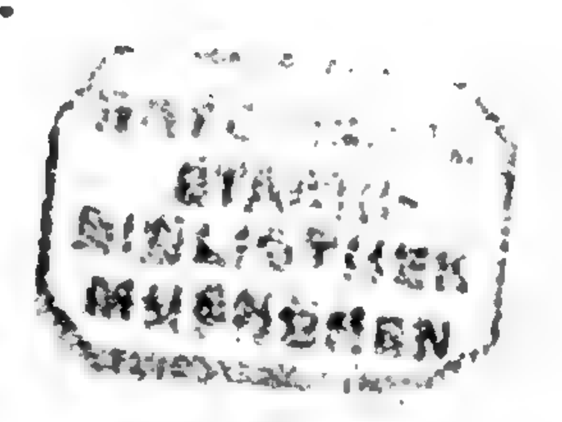
In der Sternkunde wird die **Epoche des mittlern Orts** unter die Elemente der Bahn eines Planeten gerechnet, s. **Elemente der Bahn.** Man versteht hierunter den mittlern heliocentrischen Ort des Planeten für

einen gewissen bestimmten Augenblick, z. B. für den berliner Mittag des Jahres 1750. Weiß man nun zugleich des Planeten mittlere Geschwindigkeit, d. i. um wie viel sich sein mittlerer Ort in einer Stunde, einem Tage, einem Jahre u. s. w. ändert, so kan man aus beyden leicht den mittlern Ort für jede gegebne Zeit bestimmen. Für den Saturn z. B. giebt die Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (II. Band) die Epochen für den Anfang aller Jahre von 1700 bis 1855 an, und statt der mittlern Geschwindigkeit finden sich eigne Tafeln, welche die Größe der Bewegung für alle laufende Monate, Tage, Stunden u. s. f. angeben. Es sey z. B. der mittlere Ort Saturns für 1777 den 19 Januar um Mitternacht, d. i. um 12 Uhr $11\frac{1}{2}$ Min. mittlerer Zeit zu finden, so ist

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Epoche 1777, ♄ heliocentr. Länge | 6Z | 20° | 41′ | 4″ |
| bis 19 Jan. ♄ mittlere Beweg. | — | — | 38 | 10 |
| 12 St. — — — — — | | — | 1 | 0 |
| $11\frac{1}{2}$ Min — — — — — — | | — | — | 1 |
| gesuchte mittlere Länge | 6 | 21 | 20 | 15 |

Ende des ersten Theils.

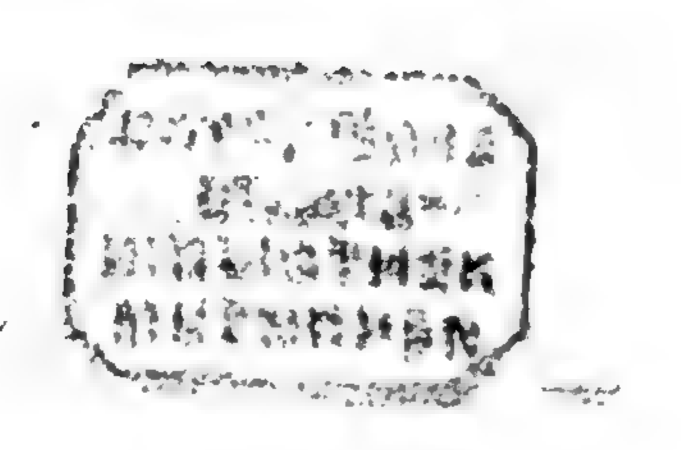


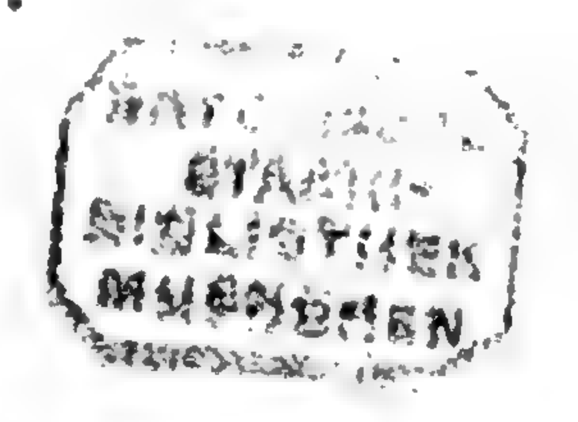

STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

einen gewissen bestimmten Augenblick, z. B. für den berliner Mittag des Jahres 1750. Weiß man nun zugleich des Planeten **mittlere Geschwindigkeit**, d. i. um wie viel sich sein mittlerer Ort in einer Stunde, einem Tage, einem Jahre u. s. w. ändert, so kan man aus beyden leicht den mittlern Ort für jede gegebne Zeit bestimmen. Für den Saturn z. B. giebt die Berliner Sammlung astronomischer Tafeln (II. Band) die Epochen für den Anfang aller Jahre von 1700 bis 1855 an, und statt der mittlern Geschwindigkeit finden sich eigne Tafeln, welche die Größe der Bewegung für alle laufende Monate, Tage, Stunden u. s. f. angeben. Es sey z. B. der mittlere Ort Saturns für 1777 den 19 Januar um Mitternacht, d. i. um 12 Uhr $11\frac{1}{2}$ Min. mittlerer Zeit zu finden, so ist

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Epoche 1777, ♄ heliocentr. Länge | 6Z | 20° | 41′ | 4″ |
| bis 19 Jan. ♄ mittlere Beweg. | — | — | 38 | 10 |
| 12. St. | — — — — — | — | 1 | 0 |
| $11\frac{1}{2}$ Min | — — — — — | — | — | 1 |
| gesuchte mittlere Länge | 6 | 21 | 20 | 15 |

**Ende des ersten Theils.**




MÜNCHEN

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ed by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

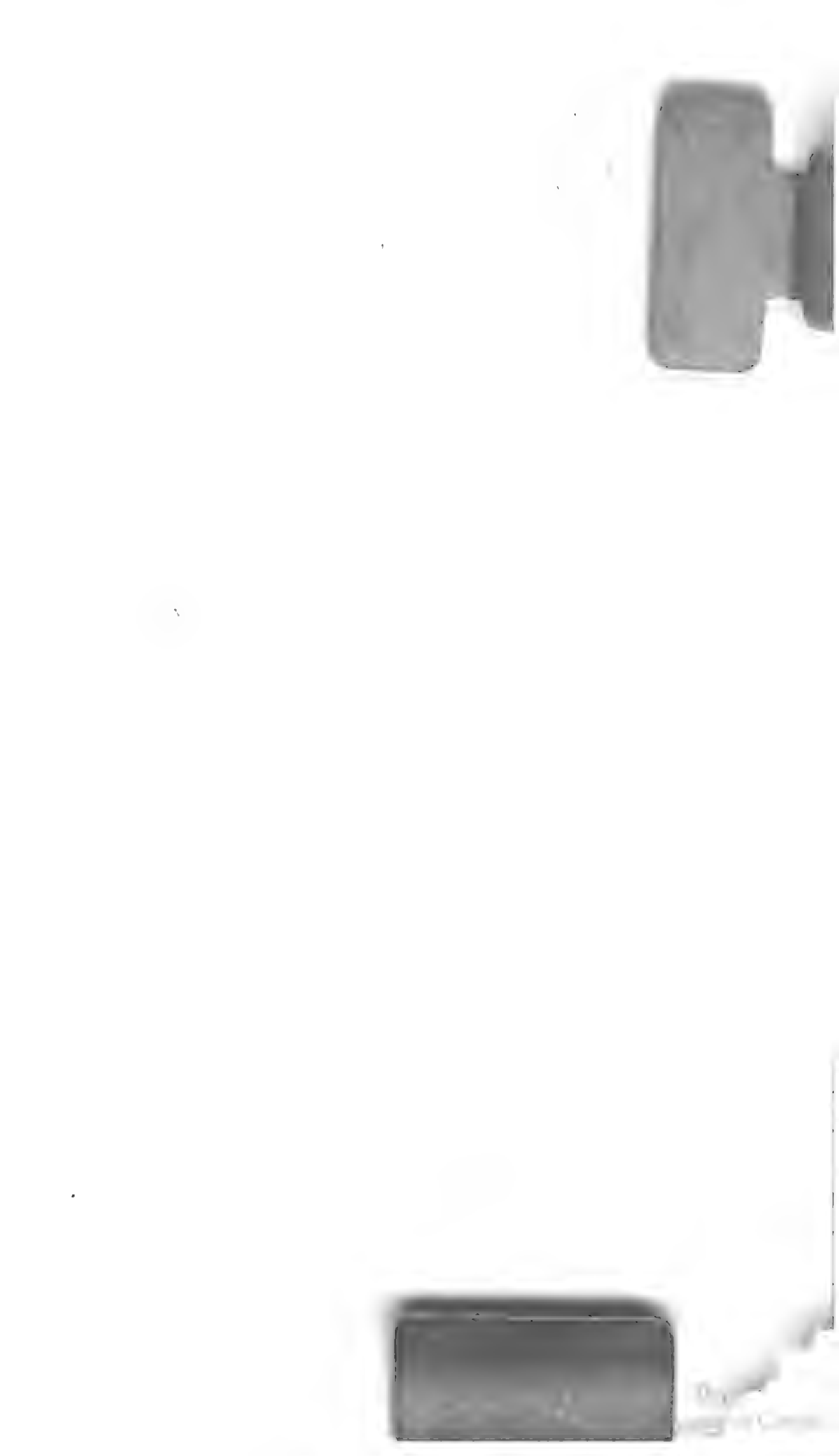
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

gitized by Google

Digitized by Google